

VITICULTURA DE PRECISÃO:

Avaliação e validação da variabilidade espacial da produção e qualidade recorrendo a monda de cachos, na casta Touriga Nacional

Bernardo Rodrigues Saianda

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em
Viticultura e Enologia

Orientadores: Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes

Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga

Júri:

Presidente: Professor Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva, Professor Catedrático
do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogal: Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Auxiliar do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor Joaquim Miguel Rangel da Cunha Costa, Professor Auxiliar do Instituto Superior de
Agronomia da Universidade de Lisboa

Lisboa, 2017

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos que me de alguma forma contribuíram para a minha formação pessoal e académica, em especial no meu percurso pelo Instituto Superior e Agronomia e na realização desta dissertação.

À minha família pela educação, orientação, incentivo e apoio, em especial à minha mãe, pois sem ela não seria certamente a pessoa que sou hoje;

Ao professor Ricardo Braga, em primeiro lugar por ter aceite orientar esta dissertação, pelos ensinamentos e conselhos dados e por todas as críticas que só contribuíram quer para a melhoria desta dissertação como para o meu futuro profissional;

Ao professor Carlos Lopes, pelos ensinamentos em todo o meu percurso académico, e pela disponibilidade enquanto orientador;

À Quinta do Pinto, por me ter proporcionado a realização desta dissertação e a toda a equipa pelo apoio prestado;

Aos engenheiros João Graça, Gonçalo Vitorino e Ricardo Egipto pelo apoio na recolha de dados de campo;

À Área 400 pela realização do voo e fornecimento de todas as cartas presentes nesta dissertação;

Por fim a todos os meus amigos que sempre foram companheiros nos bons e nos maus momentos.

A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

Com a variabilidade espacial sempre presente no dia-a-dia da viticultura, é necessário desenvolver e validar ferramentas que avaliem a produção quer em quantidade quer na qualidade das uvas.

Este estudo teve como principal objetivo avaliar o efeito da monda na gestão da variabilidade espacial e do vigor num talhão de uma vinha comercial.

Com base numa carta de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) obtida à floração obtiveram-se duas classes de NDVI bem diferenciadas, nas quais se realizou o estudo comparativo de duas modalidades de monda de cachos com 4 repetições cada. No total foram analisadas 96 videiras (2 níveis de NDVI x 2 modalidades de monda x 4 repetições x 6 videiras por repetição).

A presente dissertação foi realizada no ano de 2016 num talhão de Touriga Nacional da Quinta do Pinto, situada na Merceana, Alenquer, na região vitivinícola de Lisboa.

Os resultados mostram que a monda de cachos tem um efeito positivo da redução da variabilidade na relação folha-fruto, permitindo o aumento de 0,71 para 1,26 m² de vegetação por kg de uva produzida no valor de NDVI mais elevado, o que permite homogeneizar este valor em toda a parcela. No entanto em termos qualitativos não foram observadas diferenças que justifiquem a operação devido ao custo associado.

Palavras-Chave: Viticultura de precisão, NDVI, *Vitis vinifera*, Touriga Nacional, monda de cachos.

ABSTRACT

Spatial variability in the vineyard, influentially negatively modern viticulture, it is necessary to develop and validate tools to evaluate yield and berry quality and assess them variation in the vineyard.

The main objective of this study was to evaluate the effect of cluster thinning in the management of spatial variability and vigour in a plot of a commercial vineyard.

Based on a NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) map obtained at flowering, two well-differentiated NDVI classes were obtained, in which a comparative study of two thinning levels with 4 replicates each was performed. In total, 96 vines were analyzed (2 levels of NDVI x 2 levels of cluster thinning x 4 replicates x 6 vines per replicate).

This work was carried out in 2016 in a Touriga Nacional plot at Quinta do Pinto, located in Merceana, Alenquer, in the wine region of Lisbon.

The results show that cluster thinning has a positive effect of reducing variability in the leaf-fruit ratio, allowing an increase of 0.71 to 1.26 m² of vegetation per kg of grapes produced at the highest NDVI value. It allows to homogenize this value in the whole plot. However, in qualitative terms, no differences were observed that justify the operation due to the associated cost.

KeyWords: Precision viticulture, NDVI, *Vitis vinifera*, Touriga Nacional, cluster thinning

Agradecimentos	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Índice de Figuras	vi
Índice de Quadros	vii
Lista de Abreviaturas	viii
I. Introdução	1
1.1. Objetivos	1
II. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Agricultura de Precisão	3
2.1.1. Viticultura de Precisão.....	3
2.1.2. Implementação	5
2.1.3. Tecnologias.....	6
2.2. Detecção Remota	7
2.2.1. Conceito	7
2.2.2. Índices de Vegetação	9
2.3. Variabilidade Espacial e Viticultura.....	10
2.3.1. Monda de Cachos.....	12
2.3.2. Área Foliar	13
2.3.3. Superfície Foliar Exposta	13
III. Material e Métodos	15
3.1. Caracterização da parcela	15
3.1.1. Características edafo-climáticas	16
3.1.2. Material Vegetal	19
3.2. Delineamento experimental e Metodologias	20

3.2.1. Abrolhamento	24
3.2.2. Área Foliar	24
3.2.3. Dimensão da sebe	26
3.2.4. Monda de cachos	26
3.2.5. Vindima	27
3.2.6. Análises laboratoriais das uvas	27
3.2.7. Análise estatística	27
IV. Resultados e discussão	28
4.1. Caracterização do Coberto Vegetal	28
4.1.1. Superfície Foliar Exposta	28
4.1.2. Área Foliar	28
4.2. Produtividade	30
4.3. Relação folha/fruto	32
4.4. Composição da uva à vindima	33
V. Conclusões	35
VI. Referências Bibliográficas	36
VII. Anexos	39
7.1. Dados Viticultura	39
7.2. Dados Área Foliar	43
7.3. Controlo de Maturação	46
7.4. Análise Estatística	46
Superfície Foliar Exposta	46
Área Foliar	47
Produtividade	47
Relação Folha-Fruto	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de entradas e saídas	4
Figura 2 - Ciclo de Agricultura de Precisão.....	5
Figura 3 - Esquematização da detecção remota	8
Figura 4 – Espetro eletromagnético	8
Figura 5 – Exemplo de carta de NDVI.....	10
Figura 6 – Fotografia aérea da vinha no visível RGB obtida a 18 Junho de 2016. .	15
Figura 7 - Diagrama Ombrotérmico de Gaussen, para a campanha 2015/2016.	18
Figura 8 – Comparação da precipitação da campanha com as Normais Climáticas 1961-1990.....	18
Figura 9 – Comparação das temperaturas médias da campanha com Normais Climáticas 1961-1990.....	19
Figura 10 – Carta de NDVI obtida a 18 de Junho de 2016.....	21
Figura 11 – Carta de área foliar obtida a 18 de Junho de 2016.	22
Figura 12 – Carta de segmentos	23
Figura 13 - Representação da face superior do limbo de uma folha de Touriga Nacional: Nervuras esquerda (L2e) e direita (L2d) medidas para o cálculo da área foliar	25
Figura 14 – Representação esquemática da medição da SFE	26
Figura 15 – Influência da monda e do vigor na Superfície Foliar exposta.	28
Figura 16 - Influência da monda e do vigor na área foliar.	29
Figura 17 – Intensidade de monda por segmento.	30
Figura 18 – Redução da produção na modalidade mondada face à não mondada para cada nível de NDVI.	30
Figura 19 – Produção por hectare em função do segmento e da monda.	31

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Características de um coberto ideal para vinhos de qualidade	11
Quadro 2 – Índices bioclimáticos e classificação climática da região vitícola de Alenquer	16
Quadro 3 – Dados meteorológicos da Normal climatológica 1961-1990 e da campanha 2015-2016	17
Quadro 4 – Efeito do segmento e da modalidade na SFE e AF.	29
Quadro 5 - Efeito do segmento e da modalidade no rendimento e nos seus componentes.....	32
Quadro 6 – Efeito do segmento e da modalidade na relação folha/fruto.	33
Quadro 7 – Análise de bagos à vindima.	34

LISTA DE ABREVIATURAS

AF – Área Foliar

AP – Agricultura de Precisão

GIS - *Geographical Information System*

GPS - *Global Position System*

ha – Hectare

ISA – Instituto Superior de Agronomia

IV – Infravermelho

IVP – Infravermelho próximo

NC 61-90 - Normais climatológicas dos anos 1961-1990

NDRE - *Normalized Difference REDEdge*

NDVI - *Normalized Difference Vegetative Index*

NS – Não significativa

P – Precipitação

Pacm – Precipitação acumulada

PCD - *Plant Cell Density*

PPR - *Plant Pigment Ratio*

PSRI - *Plant Senescence Reflectance Index*

PVR - *Photosynthetic Vigour Ratio*

RGB – *Red, Green, Blue*

SFE – Superfície Foliar Exposta

SFT - Superfície Foliar Total

SIG – Sistema de Informação Geográfica

Tmax – Temperatura máxima

Tmed – Temperatura média

Tmin – Temperatura mínima

VP- Viticultura de Precisão

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, com consumidores cada vez mais informados e exigentes quer em consciência ambiental quer em qualidade e segurança alimentar, os agricultores vêm-se obrigados a trabalhar com recursos cada vez mais controlados apostando na qualidade em detrimento da quantidade, sem nunca descorar a componente económica.

Fazendo ainda mais sentido esta mentalidade num produto diferenciado como o vinho, os viticultores têm de fazer um esforço adicional para a qualidade e diferenciação do seu produto final, onde a componente económica está a ser cada vez mais pressionada pelos baixos custos de produção e venda dos produtores do novo mundo.

Assim aparece a viticultura de precisão, como uma ferramenta de que os viticultores dispõem para, entre outros, através da redução de custos e do impacto ambiental aumentar a rentabilidade da exploração e da sua atividade agrícola.

Braga (2015) classifica a agricultura de precisão como uma via para a intensificação sustentável em que um maior conhecimento por hectare originará um maior rendimento por hectare, tendo sempre em consideração a regra dos 3R- *Right place, Right time, Right amount* (local certo, tempo certo, quantidade certa).

Neste trabalho é abordado a utilização da viticultura de precisão numa exploração vitícola nacional, onde cada vez mais os objetivos chave são a gestão da variabilidade espacial existente na parcela para gestão do produto final, a redução do impacto ambiental e o aumento do rendimento económico.

1.1. Objetivos

Os objetivos desta dissertação são:

- Avaliação da variabilidade espacial numa vinha de Touriga Nacional na região de Alenquer;
- Gestão da variabilidade espacial com recurso à monda de cachos, utilizando viticultura de precisão;

O conhecimento e quantificação precoce da variabilidade espacial pode trazer para o viticultor inúmeras vantagens. Quando aliada a uma intervenção durante o mesmo ano, estas vantagens são ainda maiores, não só para uma uniformidade do produto final, mas também

por fornecer, como por exemplo cartas de segmentação de vindima, estimativas de produção, entres outras, que poderiam ser aprofundadas.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Agricultura de Precisão

A primeira conferência internacional de agricultura de precisão foi realizada no ano de 1992 em Minneapolis, Estados Unidos da América. Desde então vários foram os autores que apresentaram diversas definições, sendo que segundo Cook & Bramley (1998), agricultura de precisão é o termo dado a métodos de gestão de culturas que reconhecem a variabilidade espacial e temporal da parcela no sistema solo-planta-atmosfera. Sempre com o objetivo de controlar os *inputs* variáveis, como fertilizantes, sementes, produtos químicos ou água em relação ao tão desejado aumento da rentabilidade, redução do risco ambiental e melhoria da qualidade do produto.

2.1.1. Viticultura de Precisão

Viticultores e enólogos sabem desde sempre que existe variabilidade nas vinhas, e que esse fator influencia fortemente o produto final, quer uvas quer vinho. No entanto, com a ausência de ferramentas que possibilitem o registo e quantificação da variabilidade observada, é assumido que a parcela é homogênea (Bramley & Lamb, 2006).

Os mesmos autores enumeram três consequências negativas no sistema produtivo vitícola:

1. Ineficiência na gestão dos fatores de produção;
2. Incerteza da estimativa de produção;
3. Qualidade inconsistente das uvas entregues na adega.

2.1.1.1. Conceito

Tal como a Agricultura de Precisão, a viticultura de precisão poderia definir-se como o uso de tecnologias de informação para a tomada de decisões económicas e ambientais adequadas para a produção vitícola, com tendência para a aplicação diferenciada de fatores de produção, tendo em consideração a variabilidade existente na vinha (Esser *et al.*, 1998).

Braga (2009b) mencionou que a viticultura de precisão, pode ser entendida como a gestão da variabilidade temporal e espacial das parcelas, com o objetivo de melhorar o rendimento económico da atividade agrícola quer pelo aumento da produtividade e/ou qualidade quer pela

redução dos custos de produção, reduzindo também o seu impacto ambiental e o risco associado.

Uma forma de simplificar a viticultura de precisão consiste em pensar que o ecossistema vitícola é um sistema de entradas e saídas (figura 1), onde as entradas são variáveis controláveis como fertilizantes, água, agroquímicos e material vegetativo, ou não variáveis como a chuva, a radiação ou doenças ou pragas. A todos os sistemas está associado um ruído, variáveis não controláveis e mal definidas, que o nosso conhecimento não é capaz de explicar. Contudo e se conseguirmos contornar este ruído, conseguimos maximizar as saídas benéficas e minimizar as prejudiciais (Bramley & Cook, 1998).

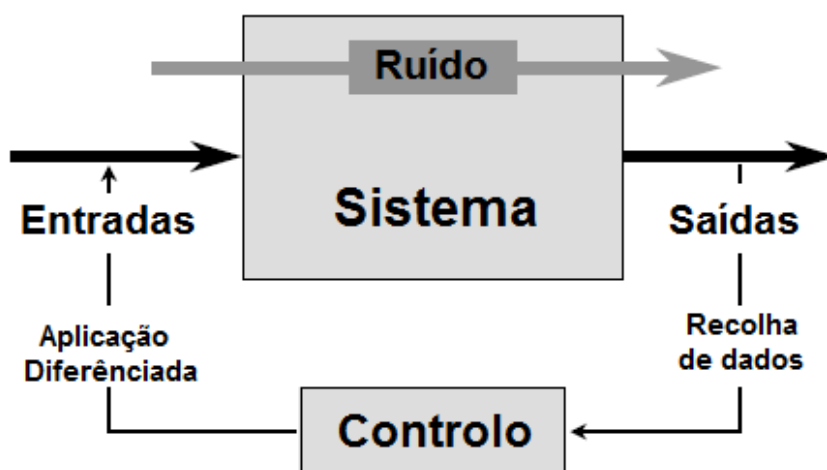


Figura 1 – Processo de entradas e saídas

Adaptado de Bramley & Cook (1998).

2.1.1.2. Enquadramento mundial e em Portugal

A viticultura de precisão (VP) é um conceito relativamente recente, sendo mesmo só nos finais do século passado, em 1999 que foram publicados os primeiros resultados de ensaios realizados na Austrália (Bramley & Proffitt, 1999) e nos EUA (Wample *et al.*, 1999), com o aparecimento de monitores de produtividade.

Desde então o conceito de VP teve um grande impacto junto dos países produtores de uvas, não só na Austrália e EUA mas também Argentina, Chile, África do Sul, Espanha e França e Portugal, em particular. (Arnó *et al.*, 2009)

Segundo (Braga, 2009b) em Portugal a atuação que tem suscitado maior interesse é a segmentação espacial da vindima, conhecendo previamente os mapas de qualidade da uva e definir lotes de qualidade distinta, bem como vindima-los em separado.

2.1.2. Implementação

Para a implementação da agricultura de precisão, segundo Esser *et al.* (2002), são necessárias quatro fases:

1. Recolha de dados;
2. Processamento e análise da informação;
3. Aplicação diferenciada;
4. Acompanhamento.

No entanto a agricultura de precisão é um processo cíclico e contínuo, onde a observação, interpretação, avaliação e implementação estarão sempre presentes (Bramley & Cook, 1998).

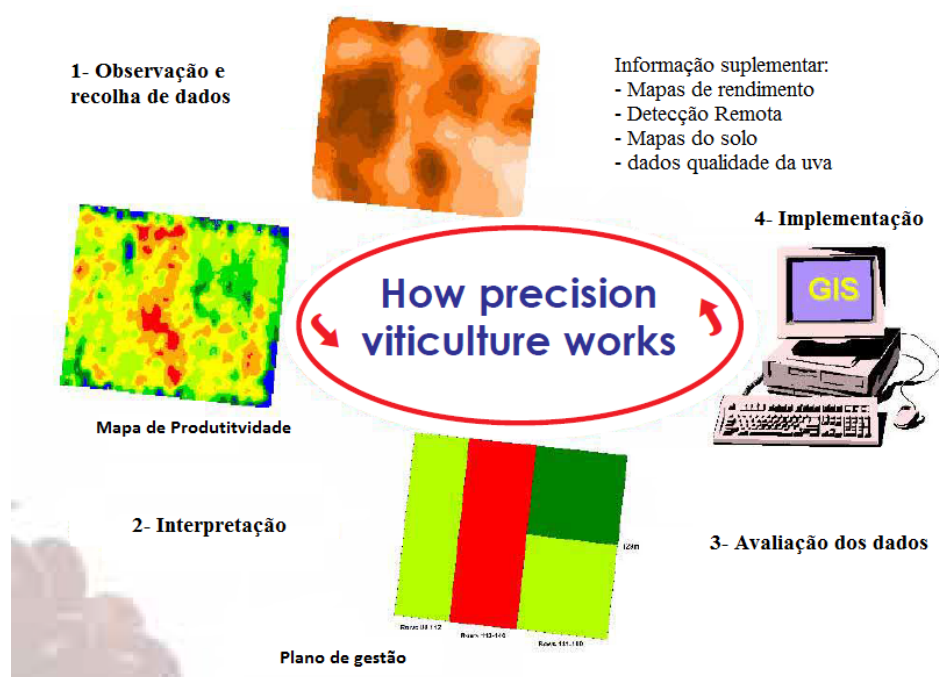


Figura 2 - Ciclo de Agricultura de Precisão

Adaptado de Bramley (2000).

2.1.3. Tecnologias

Para a implementação da Agricultura de precisão e obtenção de uma maior quantidade e melhor qualidade de dados são necessárias não só recentes tecnologias como o *Global Position System* (GPS), sistemas de informação geográfica (SIG) e sensores remotos, mas também outras ferramentas de medição como sondas, estações meteorológicas, cartas de produtividade, entre outras (Braga, 2016; Arnó *et al.* 2009).

2.1.3.1. Global Position System

O GPS ou em português Sistema de Posicionamento Global, é um projeto iniciado na década de 70 no departamento de defesa dos Estados Unidos da América, para oferecer a posição instantânea, a velocidade e o horário de um ponto qualquer sobre a superfície terrestre, ou bem próxima a ela num referencial tridimensional (Bernardi & Landim, 2002).

O projeto surge no seguimento do lançamento do satélite Russo *Sputnik I* em 1957, onde começou a utilização de satélites para posicionamento geodésico apenas para uso militar. Em 1958 ocorre o lançamento do satélite *Vanguard* pelos EUA, dando origem ao sistema *Navstar* (*Navigation satellite with Timing and Ranging*). Em 1967 com a liberalização do *Navstar* para uso civil surge o *Transit* (*Navy Navigation Satellite System*).

A constelação GPS tornou-se operacional em 1991 e em 1993 ficou completa, sendo composta por 28 satélites distribuídos por 6 planos orbitais, configuração que permite no mínimo quatro satélites GPS visíveis em qualquer local a qualquer hora do dia. Sendo projetado apenas para uso militar, o sistema GPS quando se tornou operacional foi também liberalizado para uso civil, no entanto controlado pelo departamento da defesa dos EUA e com restrições para uso civil, o que explica a degradação do sinal (Monico, 2000).

O sistema funciona com a transmissão de ondas de rádio entre um transmissor e um recetor. O transmissor é composto pela constelação de satélites que se encontram a uma altitude de 20200km, completando cada um a sua órbita em 12h. O recetor de GPS é o dispositivo que recebe a informação dos satélites da sua própria referência geográfica, disponibilizando, de imediato, esta informação ao operador. Segundo Han *et al.* (1994), para aumentar a precisão de todo o sistema, pode-se usar uma técnica de correção das posições, denominada correção diferencial. Assim, para o funcionamento deste sistema, denominado GPS diferencial (*"Differential Global Positioning System - DGPS"*), deve existir um segundo recetor, denominado estação-base, instalado num ponto fixo e de coordenadas conhecidas (Penteado, 2014).

2.1.3.2. Sistemas de Informação Geográfica

Um sistema de informação geográfica (SIG) ou em inglês *geographical information system* (GIS) consiste num *software* de computador associado a uma base de dados utilizada para armazenar, analisar, manipular e gerar dados georreferenciados (Searcy, 1997).

2.1.3.3. Detecção Remota e Sistemas de Informação

Detecção remota é o método de obter informação sobre um objeto, área ou a capacidade de analisar uma informação obtida através de um dispositivo que não está em contacto com o objeto ou área em estudo (Lillesand & Kiefer, 1999).

A detecção remota pode acontecer de diversas formas como variações de distribuição de forças, através da distribuição de ondas de rádio, como o exemplo do sonar para navegação ou distribuição de energia eletromagnética, como o exemplo do olho humano (Lillesand & Kiefer, 1999).

2.2. Detecção Remota

2.2.1. Conceito

Centrando-nos na energia eletromagnética, a detecção remota é entendida como o registo de energia emitida ou refletida pela superfície terrestre em diversos comprimentos de onda (Braga, 2009).

O uso da detecção remota, através de satélites e fotografias aéreas, permite-nos a obtenção de mapas de vigor e estado vegetativo das plantas como variável indicativa da qualidade da uva, bem como o mapeamento de diferenças relativas na densidade do coberto vegetal (Braga, 2009; Pinto, 2015).

Como a imagem 3 ilustra, na detecção remota interferem diversos fatores, com a fonte de radiação eletromagnética (A) podendo ser o sol, a radiação e atmosfera (B), a interação (C) ou alvo, o Registo (D) da energia pelo captor ou recetor, Transmissão Recepção e processamento (E) onde a energia é gravada pelo captor e através de meios de telecomunicações é transmitida a uma estação de recepção que transforma a informação em imagem, a Interpretação e análise (F) com a criação de mapas e a aplicação (G) (Spencer, 2011).

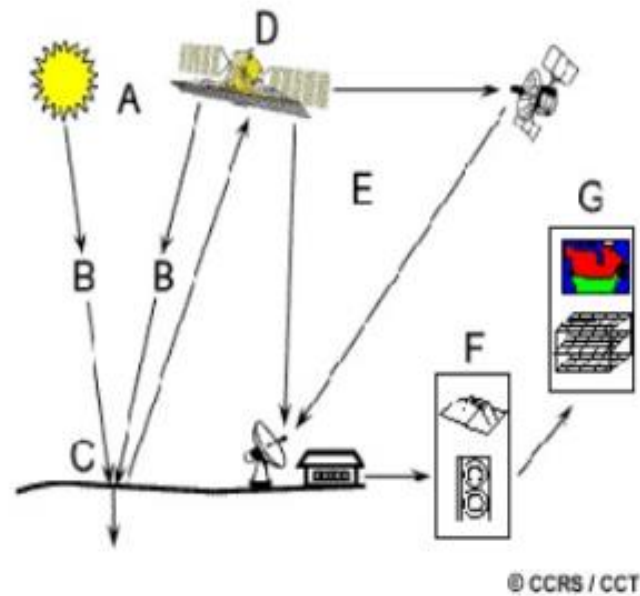


Figura 3 - Esquematização da detecção remota

Spencer (2011).

O comprimento de luz visível é apenas uma das muitas formas da energia eletromagnética. Ondas de rádio, micro-ondas, raios-x, raios ultravioleta e infravermelho, são outros comprimentos de onda do espectro eletromagnético como está ilustrado na figura 4 (Lillesand & Kiefer, 1979).

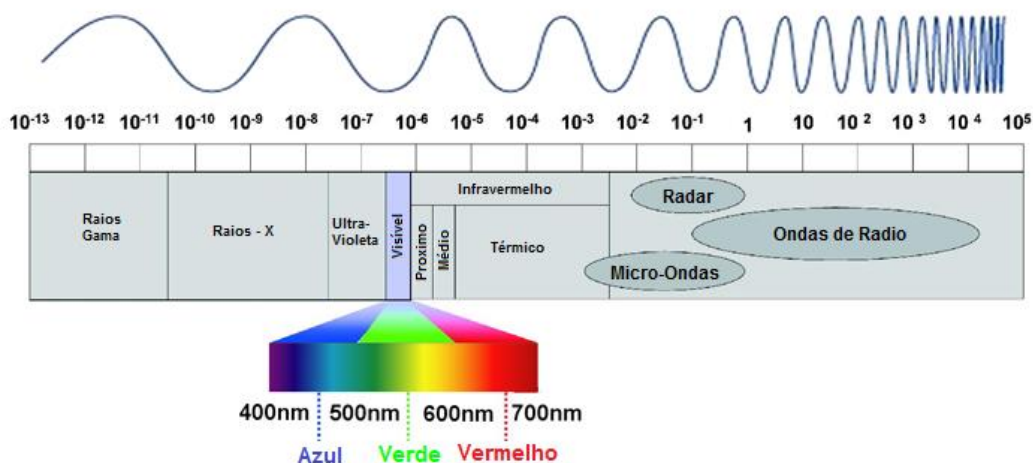


Figura 4 – Espectro eletromagnético

O olho humano apenas é sensível à região do visível, que varia entre 400 nm (baixo comprimento de onda, alta frequência) e 700nm (grande comprimento de onda, baixa frequência). Este intervalo de valores caracteriza a energia refletida pelos objetos que absorvem, transmitem e refletem energia eletromagnética. Esta energia apenas é refletida nas três cores primárias, o azul, o verde e o amarelo, cores estas que juntamente com o infravermelho próximo (730 – 1400nm), são utilizadas para calcular os diferentes índices de vegetação utilizados na VP (Lillesand & Kiefer, 1979).

2.2.2. Índices de Vegetação

O conhecimento do espectro eletromagnético tem especial importância para a obtenção de índices de vegetação, que reduzem a reflexão das diferentes bandas de cada *pixel* num simples valor numérico, através da utilização de algoritmos matemáticos.

Dos diferentes índices de vegetação utilizados na VP destaca-se o NDVI (*Normalized Difference Vegetative Index*) (eq. 1), que mede a reflexão das bandas do infravermelho próximo e do vermelho, e que de acordo com a equação 1 varia entre -1 e 1, no entanto valores negativos são bastante raros nas plantas e corpos na superfície terrestre, como observado na figura 5 (Hall *et al.*, 2002).

$$\text{NDVI} = (\text{IV PRÓXIMO} - \text{VERMELHO}) / (\text{IV PRÓXIMO} + \text{VERMELHO}) \quad [1]$$

Este é o indicador mais utilizado na medição da biomassa e vigor das plantas, onde plantas de elevado vigor e conforto apresentarão com valor de NDVI próximo da unidade, ao contrário de uma planta de baixo vigor que apresentará um valor muito próximo do zero (Hall *et al.*, 2002).

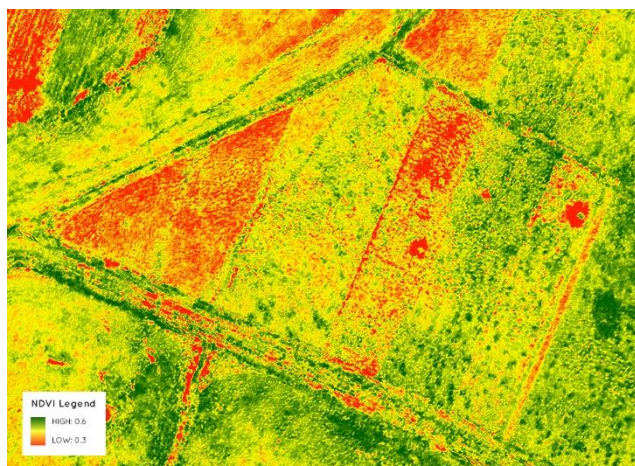


Figura 5 – Exemplo de carta de NDVI

Amago (2015).

Para além do NDVI existem outros índices de vegetação, no entanto por não terem sido utilizados nesta dissertação apenas vão ser mencionados os nomes e as formulas, não sendo deste modo aprofundados. Os quais são, *Plant Cell Density* (eq. 2), *Photosynthetic Vigour Ratio* (eq. 3), *Plant Pigment Ratio* (eq. 4), *Wetness index* (eq. 5), *Normalized Difference REDEdge* (eq. 6) e *Plant Senescence Reflectance Index* (eq. 7) (Penteado, 2014):

$$PCD = IVP / VERMELHO \quad [2]$$

$$PVR = VERDE / VERMELHO \quad [3]$$

$$PPR = VERDE / AZUL \quad [4]$$

$$NDRE = (IVP - REDEdge) / (IVP + REDEdge) \quad [7]$$

$$PSRI = (VERMELHO - VERDE) / IVP \quad [8]$$

2.3. Variabilidade Espacial e Viticultura

Como mencionado anteriormente e reforçado neste ponto, há muito tempo que os viticultores se depararam com uma grande variabilidade dentro da mesma parcela, mesmo quando as técnicas culturais são idênticas e as variedades e porta-enxertos tem a mesma origem. Tal facto deve-se a diferenças subtis nas características físicas da parcela, quer o tipo de solo, o

microclima, o declive, a exposição solar e a capacidade de retenção de água e drenagem (Pinto, 2015).

Estando os viticultores providos de diversos mecanismos para atingir os seus objetivos na produção de uvas, como drenagem, rega, sistemas de condução, intervenções em verde, entre outros, todos eles influenciam diretamente o microclima do coberto. O microclima difere do clima ambiente acima do coberto principalmente devido ao tamanho, forma, arranjo e densidade das folhas (Lopes, 2011). Para um manejo do microclima do coberto e dos cachos, para a produção de uvas de qualidade, os viticultores têm ao seu dispor, diversas técnicas de intervenção em verde, como a monda de cachos, desfolha, orientação da vegetação e despona.

Smart & Robinson (1991) idealizaram as características ideais para o coberto vegetal, para o sistema de condução monopiano vertical ascendente, como se pode observar no quadro 1. Estes valores são apenas indicativos, e deverá ser observada a sua adaptabilidade a cada situação particular.

Quadro 1 – Características de um coberto ideal para vinhos de qualidade

Smart & Robinson (1991).

Parâmetro	Valor Ideal
Orientação das linhas	N/S
Plano de vegetação	Vertical
Superfície foliar exposta	~21 000m ² /ha
Altura folhagem/distância entrelinha	~1
Área foliar/superfície foliar exposta	<1,5
Área foliar/produção	~1,2m ² /kg
SFE/produção	1 a 1,5 m ² /kg
Comprimento sarmento	10 a 15 nós
Comprimento entrenós	6 a 8 cm
Crescimento terminal	Ausente
Peso/sarmento	20 a 40 g
Peso lenha de poda	0,3 a 0,6 kg/m
Nº camadas de folhas	1 a 1,5 m ² /kg
Percentagem de folhas exteriores	80 a 100%
Densidade sarmentos	15/m
Netas	5 a 8
Produção uva/ peso lenha de poda	nós/sarmento
Produção uva/ peso lenha de poda	5 a 10
Percentagem de cachos exteriores	50 a 100%
Porosidade	20 a 40%

2.3.1. Monda de Cachos

A monda de cachos é realizada com o objetivo de melhorar a qualidade das uvas, não só, reduzindo a produção para a mesma superfície foliar exposta, mas também com a obtenção de cachos e bagos de menor dimensão. Esta operação em verde justifica-se apenas para determinadas castas mais produtivas, como por exemplo o Petit Verdot ou Castelão, e quando se pretendam níveis qualitativos muito elevados para vinhos, pois é uma operação dispendiosa podendo por vezes chegar a 50h/ha (Magalhães, 2015).

A supressão de menos de 25% dos cachos não tem efeito significativo sobre a redução da produção, devendo atingir pelo menos 30%. A partir desse valor a redução da produção é em função da intensidade de monda, produzindo-se sempre num fenómeno de recuperação (Reynier, 1986). Isto é, para uma monda de 30% a redução de produção não é de 30%. Alain Reynier cita Moiroud, *et al.*, num ensaio realizado na região francesa de Beaujolais, que uma monda de 50% traduz-se numa quebra de 35% de produção.

2.3.1.2. Efeito e época da monda de cachos na qualidade da uva

As relações source/sink e a reserva de hidratos de carbono são cada vez mais tidas em conta para compreender o efeito que cada intervenção tem nas culturas. No caso das videiras existem órgãos que são “source” e “sink” em determinadas fases, como por exemplo as folhas que são “sink” na fase jovem e tornam-se a principal “source” quando em fase adulta. No entanto os cachos são apenas “sink”, tornando-se após o pintor o maior destino de assimilados (Lopes, 2011).

Assim, o efeito da monda de cachos no rendimento e na qualidade das uvas está inteiramente relacionado com a época em que é realizada. Quando praticada antes do pintor incrementa vigor nas videiras, aumentando a fertilidade dos gomos, podendo originar sobreprodução no ano seguinte (Reynier, 1986). O mesmo autor afirma que uma monda praticada após o pintor tem menos interesse porque diminuindo o rendimento não melhora a qualidade.

Por outro lado, (Smart *et al.*, 1990) afirma que quando realizada a monda de cachos ao pintor, o excesso de assimilados é direcionado para a maturação das uvas, minimizando efeitos negativos no vigor e microclima do coberto, visto os cachos possuírem um importante papel de “sinks” de hidratos de carbono após o pintor.

Vários estudos afirmam que existe um aumento significativo das concentrações de açúcares, antocianinas e fenóis com a realização de monda (Reynolds, 1989; Cracia-Escudero *et al.*, 1994; Gay *et al.*, 1995; Bloy, 1995 *cit in* Grave, 2013). Por outro lado, estudos afirmam que

não existem melhorias significativas com a prática de monda (Ough & Nagaoka, 1984; Bravdo *et al.*, 1985; Boublas, 2001; *cit in* Grave, 2013).

Estudos realizados no nosso país, na casta Aragonez verificaram uma melhoria significativa e positiva na qualidade dos vinhos (Ramos, 2005; Gouveia, 2006) assim como Pinto (2013) observou a mesma tendência na castas Aragonez e Alicante Bouschet. Por outro lado Grave (2013) observou uma tendência de melhoria na qualidade dos vinhos mas sem diferença significativa quer na análise sensorial quer físico-química.

Com estas observações podemos concluir que o efeito da monda de cachos não é clara e constante, pelo que terá resultados diferentes em diferentes situações. Pretende-se com este ensaio observar o efeito da monda de cachos para as características em estudo

2.3.2. Área Foliar

A área foliar para além de ser um indicador da superfície fotossintética, permite a obtenção de um indicador fundamental para a avaliação das respostas das videiras às técnicas culturais, particularmente intervenções em verde, referentes a técnicas de gestão da folhagem (Lopes *et al.*, 2004; Smart & Robinson, 1991).

Smart & Robinson (1991) referiram que através da estimativa da área foliar podem-se calcular outros índices extremamente importantes em viticultura, como por exemplo, o índice de área foliar, a razão área foliar/produção, a razão SFE/SFT, entre outros.

Relativamente à medição da área foliar, é importante a realização de duas medições distintas, a área foliar principal (folhas principais), e a área foliar secundária (folhas netas), isto porque o conhecimento da área foliar das netas é um importante parâmetro a ter em conta em viticultura, constituindo uma relevante ferramenta no que diz respeito ao diagnóstico do equilíbrio e do microclima da videira (Smart & Robinson, 1991). Também estas duas medições são importantes pelo facto da área foliar primária ir perdendo relevância em relação a área foliar total com o avançar do ciclo vegetativo e a área foliar secundária ir ganhando interesse, não só em termos relativos em função da área foliar total, mas também na sua atividade fotossintética que é maior na altura da maturação (Castro *et al.*, 2006).

2.3.3. Superfície Foliar Exposta

A superfície Foliar Exposta é a medição do perímetro da parede vegetativa, aquela que intercepta diretamente a radiação solar e, em condições normais a mais eficiente

fotossinteticamente. Quanto aos valores ideais para a SFE não existe um consenso entre autores, onde Smart & Robinson (1991) referem 21 000m²/ha, Argillier (*cit. in* Castro *et al.*, 2005) aponta para 11 600m²/ha de SFE para a produção de uvas de qualidade (Pinto, 2015).

No entanto um dos indicadores considerados mais importantes para avaliar o equilíbrio da videira é a razão SFE/produção (Murisier, (1996) *cit. in* Pinto, 2015). Para este indicador os autores apresentam valores mais próximos, sendo que Smart & Robinson (1991) indicam que deverá estar compreendido entre 0,7 e 1 m²/kg e Murisier & Zufferey (*cit. in* Pinto, 2015) apontam para 1 m²/kg, valor também defendido por Lopes (2011).

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da parcela

O estudo realizou-se no ano de 2016, no talhão 12 (2,44 ha) da Vinha de Touriga Nacional da Quinta do Pinto. Situada na freguesia da Aldeia Galega da Merceana, concelho de Alenquer, distrito de Lisboa, a vinha (Latitude: 39.089741°, Longitude: -9.128775°) está orientada Norte/Noroeste – Sul/Sudeste (figura 6).



Figura 6 – Fotografia aérea da vinha no visível RGB obtida a 18 Junho de 2016.

(Cortesia da Área 400)

Plantada em 2004 sobre o porta-enxerto SO4 e R110 (4 Linhas ao centro), o compasso utilizado foi de 2,5 X 1m (4000 plantas/ha). A vinha é conduzida em monopiano vertical ascendente, com cordão unilateral de Royat composto por 6 talões e uma carga à poda de 2 olhos em cada. São utilizados um par de arames fixos e dois pares de arames móveis que possibilitam uma altura de sebe de 2,5m, pouco utilizada na região, e uma altura de tronco de 70 cm.

A vinha não é irrigada.

O enrelvamento praticado é parcial, de vegetação espontânea, intercalado com mobilização a cada duas linhas. Um compromisso entre a gestão da água no solo e a melhor transitabilidade das máquinas agrícolas.

3.1.1. Características edafo-climáticas

O solo de textura franco-argilosa, com mais de 1/3 da granulometria estar representada por argila, o teor de matéria orgânica no solo é muito baixo, no entanto os teores de fósforo e potássio são muito altos.

Segundo a classificação climática de Thornthwaite, a região de Alenquer é identificada segundo a fórmula C1B'2s2a', apresentando um clima sub-húmido seco, mesotérmico, com grande excesso de água no Inverno e nula ou pequena concentração da eficiência térmica na estação quente. Segundo a classificação climática de Köppen, a região é classificada como Clima temperado com Invernos suaves e verão seco (mediterrânico) quente e longo, representado pela fórmula Csa. No quadro 2 encontra-se a caracterização climática de Alenquer, por índices bioclimáticos e classificação climática, segundo Thornthwaite e Mather e Köppen. (1995).

Quadro 2 – Índices bioclimáticos e classificação climática da região vitícola de Alenquer Segundo Thornthwaite e Mather (1995).

Região	Índice Térmico Eficaz (°dia)	Índice de Huglin	Precipitação (Anual) (mm)	Precipitação (Ago-Set) (mm)	Classificação de Thornthwaite	Classificação de Köppen
Alenquer	1454	1976	627	32	C1B'2s2a'	Csa

Quanto aos dados climatológicos da campanha 2015/2016, foi utilizada a estação meteorológica do Carrascal e para normais climatológicas dos anos 1961-1990 (NC 61-90) utilizaram-se dados da estação meteorológica da estação vitivinícola de Dois Portos. Os dados climatológicos foram cedidos pela Associação de viticultores de Alenquer (Quadro 3).

Quadro 3 – Dados meteorológicos da Normal climatológica 1961-1990 e da campanha 2015-2016

Histórico	Normal Climatológica 1961-1990						Campanha 2015-2016					
	Tmáx	Tmed	Tmin	P	P Acm	Dias P>0	Tmáx	Tmed	Tmin	P	P acm	Dias P>0
Nov	17,6	12,9	8,4	105,5	105,5	13,7	21,3	14,1	8,5	21,1	21,1	6,0
Dez	14,7	10,5	6,5	92,3	197,8	12,9	18,8	13,3	8,9	62,1	83,2	10,0
Jan	14,2	10,0	5,8	94,9	292,7	14,9	17,2	12,9	8,8	109,4	192,6	18,0
Fev	14,9	10,8	6,7	91,7	384,4	14,7	16,1	11,6	7,3	107,2	299,8	17,0
Mar	16,8	12,2	7,6	64,3	448,7	11,6	16,5	11,5	6,9	33,6	333,4	15,0
Abr	18,1	13,5	8,8	64,7	513,4	12,4	18,1	14,0	10,2	87,1	420,5	13,0
Mai	20,3	15,6	10,9	49,8	563,2	8,7	20,6	15,9	11,5	110,5	531,0	13,0
Jun	23,4	18,3	13,3	24,2	587,4	6,1	24,1	19,0	14,2	0,8	531,8	2,0
Jul	25,9	20,4	14,9	5,2	592,6	1,9	27,9	20,9	15,1	0,0	531,8	0,0
Ago	26,2	20,5	14,9	6,6	599,2	2,1	28,1	21,2	15,3	1,0	532,8	2,0
Set	25,8	19,9	14,1	22,4	621,6	5,6	27,1	19,8	13,8	11,3	544,1	4,0
Out	22,3	16,9	11,7	78,3	699,9	10,9	24,0	17,5	12,3	50,9	595,0	12,0
Σ	699,9						595,0					
Média	20,0	15,1	10,3				21,7	16,0	11,1			

A região do Oeste, onde está inserida a parcela em estudo, caracteriza-se por um clima tipicamente mediterrânico com os meses do verão quentes e secos e o período de inverno com temperaturas mais baixas e uma maior precipitação, como podemos observar na figura 7.

No entanto em comparação com os últimos 30 anos, a campanha de 2015/2016 caracterizou-se por uma menor ocorrência de precipitação (menos 104,9 mm), distribuída por menos dias (menos 3,5 dias) associada a uma temperatura média mensal superior (mais 1,1°C), como podemos observar na figura 8 e figura 9.

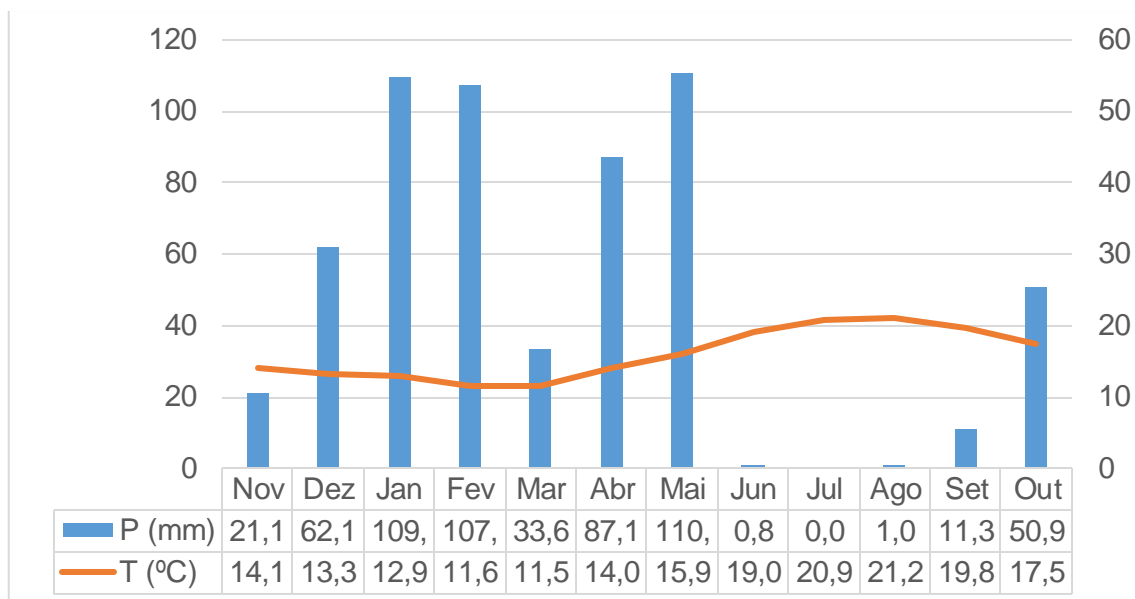


Figura 7- Diagrama Ombrotérmico de Gaussen, para a campanha 2015/2016.

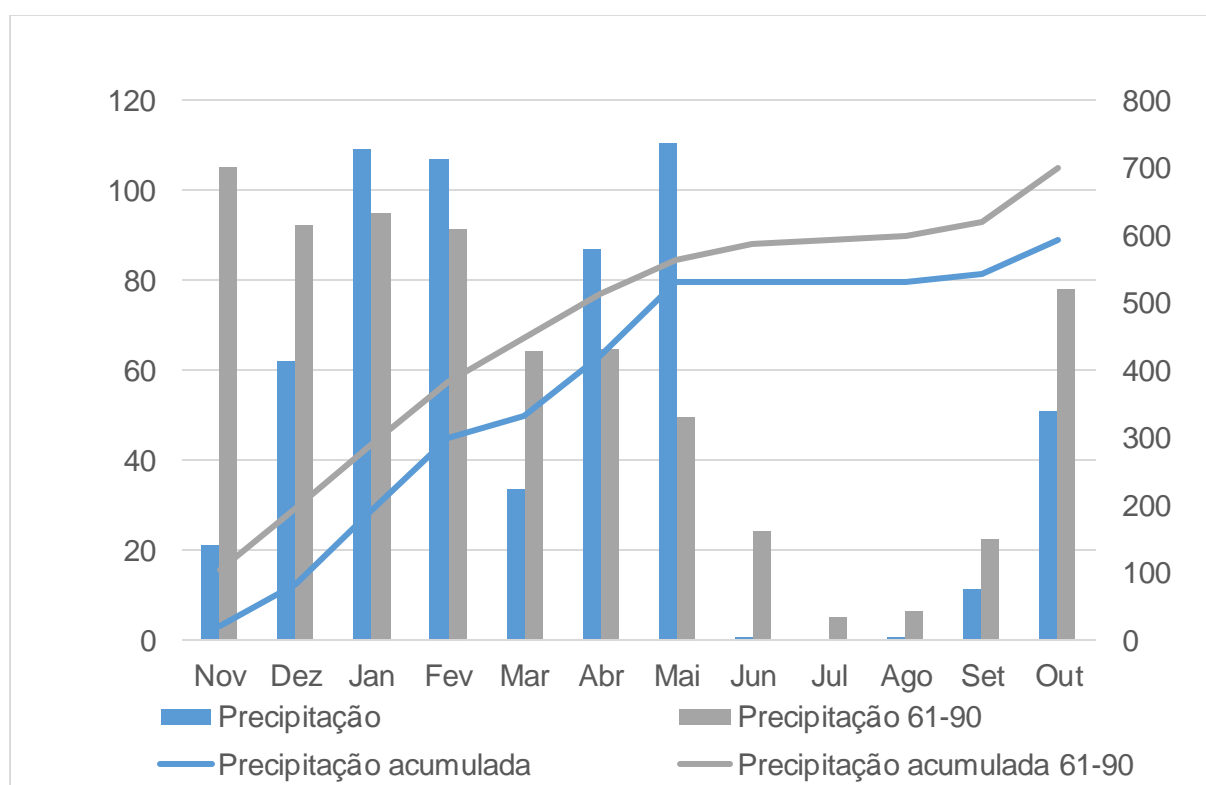


Figura 8 – Comparação da precipitação da campanha com as Normais Climáticas 1961-1990.

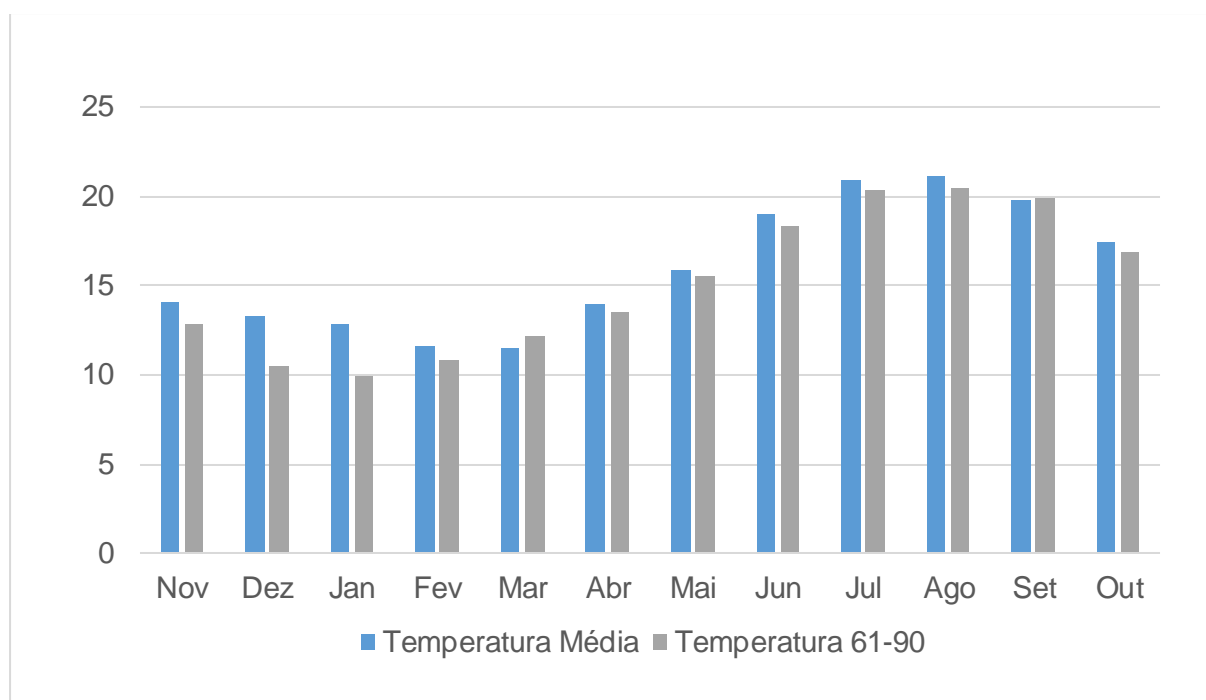


Figura 9 – Comparação das temperaturas médias da campanha com Normais Climáticas 1961-1990.

3.1.2. Material Vegetal

3.1.2.1. Casta

A Touriga Nacional é uma casta autóctone, com origem a norte de Portugal, encontra-se atualmente expandida por todo o país, sendo no Dão e Douro onde se exprime todo o seu potencial enológico. Nestas zonas é também designada por Tourigo, Preto Mortágua ou Touriga Fina (Magalhães, 2008).

Atualmente já tem implantação internacional, estando representada em Espanha, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Califórnia e Brasil.

Apesar de ser uma casta de abrolhamento precoce, tem uma maturação em época média. No entanto, Magalhães (2006), afirma que no Douro apresenta maturação tardia, geralmente das últimas a ser vindimada, para que se atinja a conveniente maturação fenólica (Böhm, 2007).

Casta de elevado vigor, de porte retombante com uma produtividade muito baixa em material tradicional (3-5 ton/ha), mas elevada (8-15 ton/ha) em material clonal, com elevada estabilidade e homogeneidade da produção.

Devido ao seu elevado vigor é adaptado a qualquer sistema de condução, no entanto evitar o excesso de produção nos anos iniciais de plantação por causar enfraquecimento da planta ou

degradação da sebe. Adaptada a todos os tipos de solo, para produção de vinhos de qualidade é aconselhável evitar solos pesados e férteis.

Quanto aos porta-enxertos recomendam-se menos vigorosos não sendo recomendado 140 Ru, Aramon e Rupestris du Lot.

Foi utilizada nesta dissertação a casta Touriga-Nacional, por diversas razões, quer técnicas quer económicas.

Em primeiro lugar facto da grande heterogeneidade observada dentro da parcela, desde altura da plantação, até atualmente em que o porte das plantas é distinto, assim como a vindima separada de diversas zonas dentro na mesma parcela.

Em segundo lugar, por produzir um vinho de grande importância para a gama da empresa, por ser um monovietal da maior casta portuguesa, mas também por estar presente em quase todos os vinhos de lote que a Quinta comercializa.

3.1.2.2. Porta-enxerto

O porta-enxerto 1103 Paulsen (1103P), resultou do cruzamento entre Berlandieri resseguier nº2 e Rupestris du Lot. Dada a natureza dos seus progenitores, apresenta um sistema radicular profundante, constituído por raízes muito compridas, fortes e carnudas (Reyner,1986), o que lhe confere forte vigor e resistência à secura, sendo ao mesmo tempo tolerante ao excesso de humidade primaveril.

O porta-enxerto SO4 (Sélection Oppenheim 4), foi obtido por Rodrin através do Teleki nº4, e do cruzamento entre *Vitis berlandieri* e *Vitis riparia*. Apesar de ser vigoroso, induz vigor fraco a médio. É sensível à secura, mas bastante resistente à humidade, além de avançar ligeiramente o ciclo vegetativo. Apresentando assim as características ideais para a Touriga Nacional e por isso é o porta-enxerto com maior representação na parcela (Infovini,2016).

Estes dois porta-enxertos funcionam na parcela em estudo como um complemento quer pela orografia quer pelas características do solo.

3.2. Delineamento experimental e Metodologias

Após a observação visual de uma variabilidade bem destacada na parcela, decidiu-se quantificar e classificar através da utilização de valores de NDVI a variabilidade presente na parcela. Com um voo realizado no dia 18 de Junho de 2016, e com resolução de 15cm, quando o estado fenológico era de floração, para a obtenção de imagens multi-espectrais

seguida da obtenção de cartas de NDVI. Observaram-se duas manchas bem destacadas de diferenças de valor (figura 10), que confirmaram a variabilidade observada visualmente.

Para a realização do estudo foram marcados 16 *smart-point*, zonas de 6 videiras contínuas e na mesma linha, situadas entre 2 postes, que representam a amostragem do ensaio.

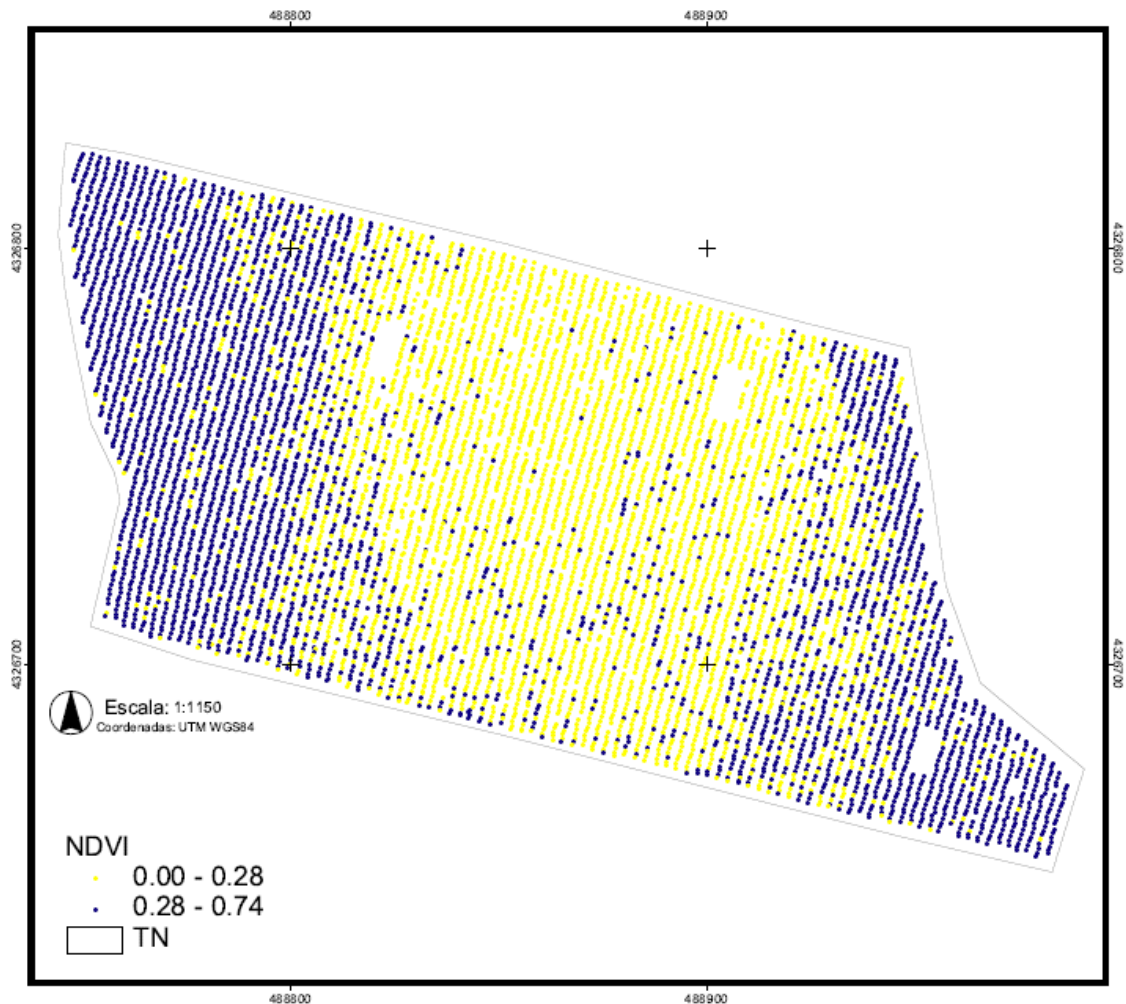


Figura 10 – Carta de NDVI obtida a 18 de Junho de 2016.

(Cortesia da área 400)

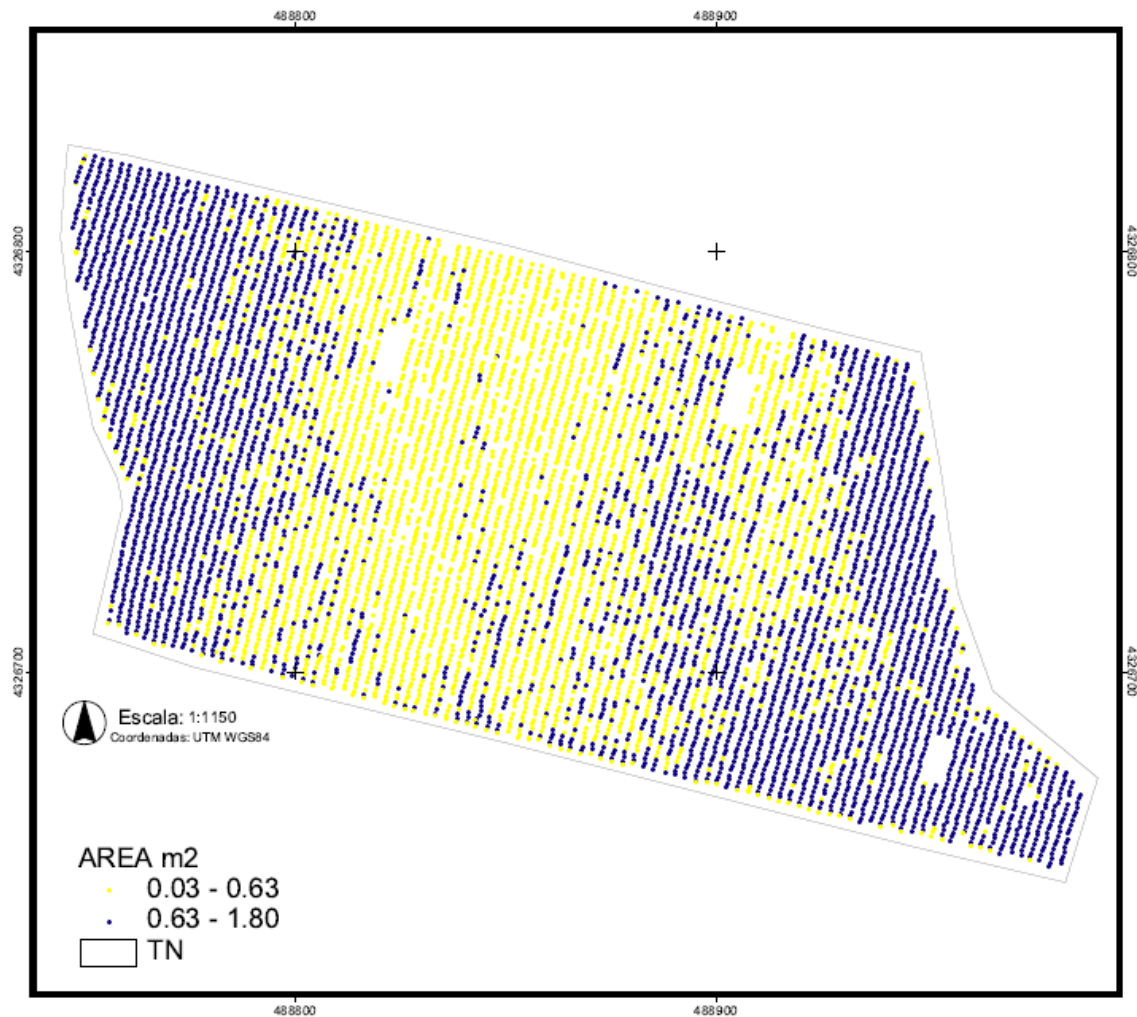


Figura 11 – Carta de projeção área foliar obtida a 18 de Junho de 2016.

(Cortesia da área 400)

Para a marcação dos *Smart-Points* conjugaram-se valores de NDVI com os da projeção da área foliar (Figura 11), obtendo-se uma carta de 4 segmentos (figura 12): Segmento 1 - valor de NDVI e área foliar elevado; Segmento 2 - valor de NDVI baixo e área foliar alto; Segmento 3 - valor de NDVI e área foliar baixo; Segmento 4 - valor de NDVI alto e área foliar baixo.

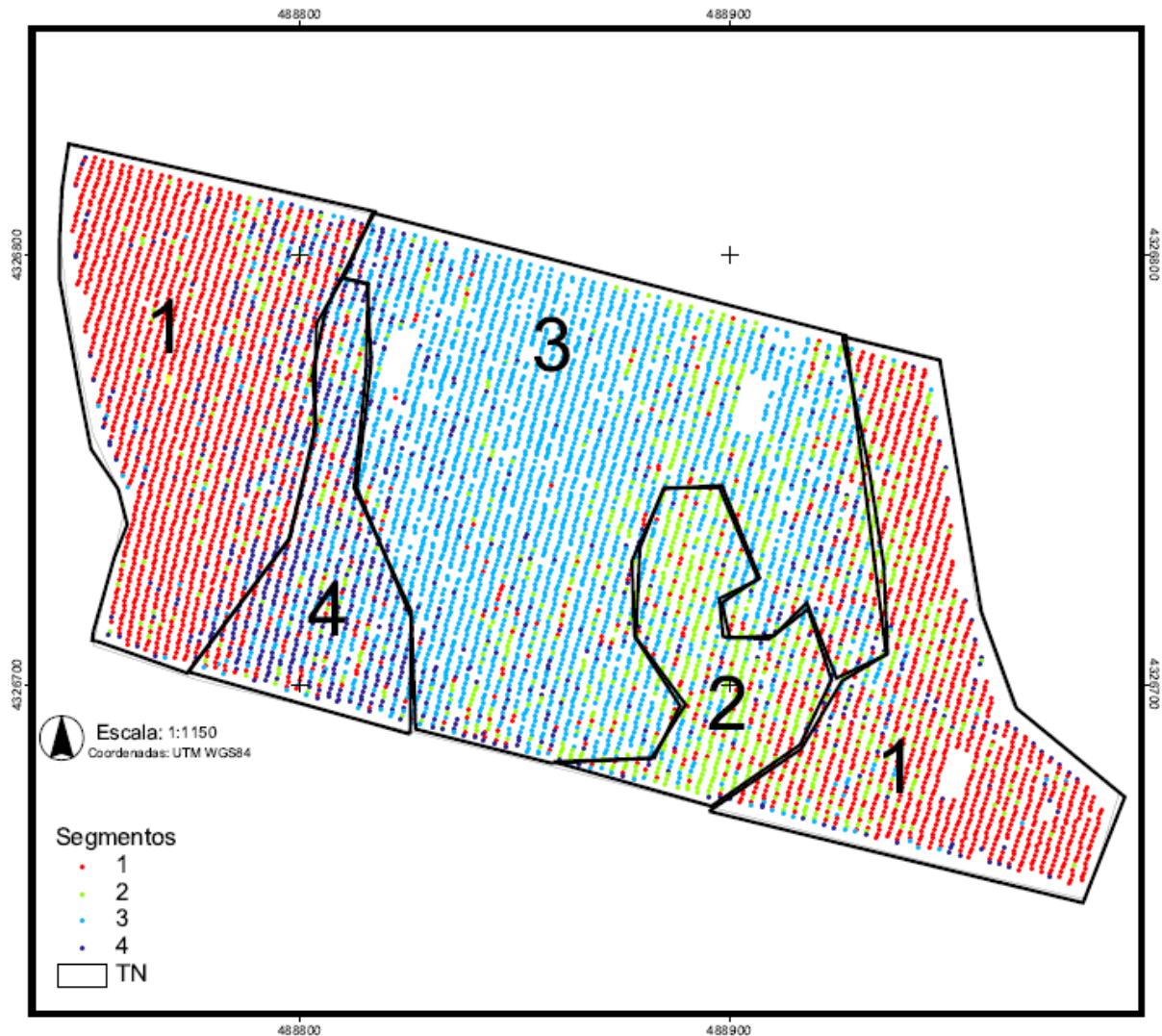


Figura 12 – Carta de segmentos obtida a 18 de Junho de 2016.

(Cortesia da área 400)

Utilizaram-se para o ensaio os segmentos 1 de valor de NDVI elevado $[0,28 - 0,74]$ e o segmento 3 de valor de NDVI baixo $[0,00-0,28]$, pois aqui a diferença observada é mais significativa. Nos 16 *smart-points* marcados, utilizaram-se 6 videiras em cada, representativos de cada um dos segmentos, 8 para a realização da monda e 8 onde não se realizou qualquer monda, para servirem de controlo.

Deste modo o delineamento experimental foi fatorial e contou com 2 fatores a 2 níveis cada: nível de NDVI (alto e baixo) x Monda de cachos (com e sem monda). O número de repetições foi de 4 em cada tratamento.

Após a floração foi contabilizado o número de abrolhamentos de cada planta, o número de cachos bem como a ordem do olho.

3.2.1. Abrolhamento

Após a marcação dos *smart-points* foram contabilizados em todas as videiras do ensaio o número de sarmentos abrolhados (Anexo II).

A quantificação do número de abrolhados foi importante quer para a medição da área foliar quer para entender o porquê de algumas plantas terem produções tão baixas e serem classificadas de *outliers*, não entrando assim na análise estatística.

Foram também contabilizadas a carga à poda e o número de cachos nas 48 videiras onde se realizou monda, estes valores foram importantes para quantificar a intensidade da monda realizada.

3.2.2. Área Foliar

Para avaliar o vigor da planta e a sua capacidade produtiva, importante na relação folha/fruto, utilizou-se a área foliar e a superfície foliar exposta. Após o pintor foi medida e calculada a área foliar, recorrendo-se à metodologia proposta por Lopes e Pinto (2005). Elegeu-se um sarmento, com um comprimento e número de folhas médio, em três videiras de cada *smart-point*, um total de 48 videiras do ensaio, onde se efetuaram os seguintes registos (Anexo III):

- Comprimento total do sarmento;
- Número de folhas totais (nervura principal >3cm);
- Comprimento das nervuras secundárias, esquerda e direita (L2e; L2d) das folhas maior e menor (Figura 12);
- Número de folhas das netas (tamanho >3cm);
- Comprimento das nervuras secundárias, esquerda e direita (L2e; L2d) das netas maior e menor.

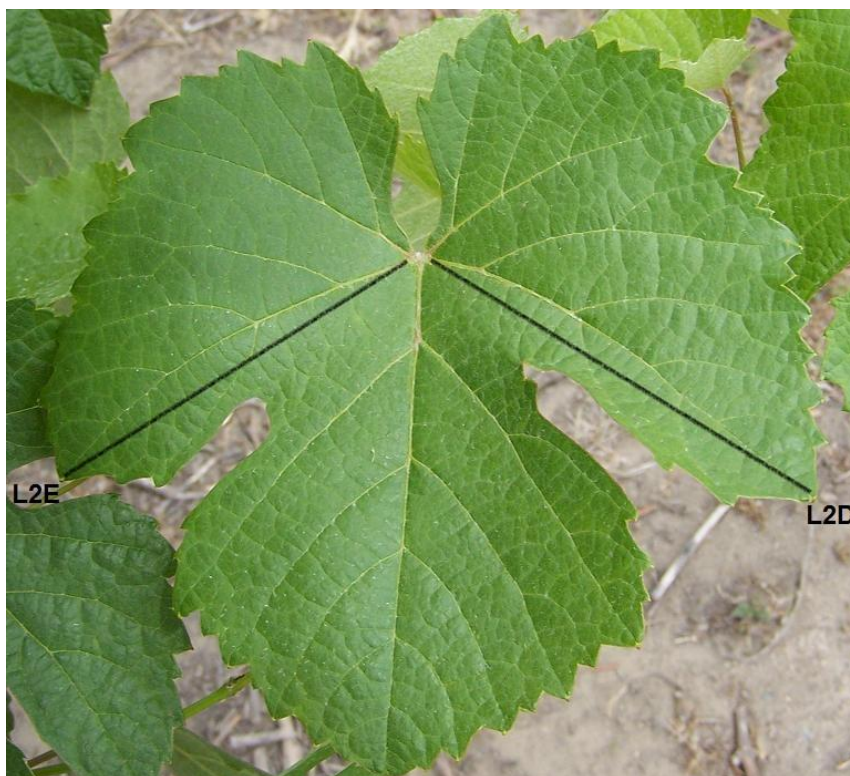


Figura 13 - Representação da face superior do limbo de uma folha de Touriga Nacional: Nervuras esquerda (L2e) e direita (L2d) medidas para o cálculo da área foliar

Com base na metodologia proposta por Lopes e Pinto (2005), estimou-se a área foliar unitária com base na seguinte equação 9 para as folhas da nervura principal e a equação 10 para as folhas das nervuras secundárias:

$$AF_{folhap} \text{ (cm}^2\text{)} = 0.526 \cdot (L2_p)^{1.9301} \quad [9]$$

$$AF_{folhan} = 0.526 \cdot (L2_n)^{1.9301} \quad [10]$$

A área foliar principal por sarmento foi estimada baseando-se na relação entre o número de folhas (NF) de cada sarmento e a média entre a área foliar das folhas principais maiores e menores, (AFmaior; AFmenor) através da seguinte equação:

$$AF \text{ sar princ} = \text{EXP}(0.0446 - 0.245 \cdot \text{LN}(AF_{\text{max}}) + 1.177 \cdot \text{LN}(AF_{\text{medNF}})) \quad [11]$$

A área foliar das netas foi estimada pelo mesmo método que a área foliar principal, na qual se relaciona o número de folhas de netas por sarmento (NF) e a média da área foliar das folhas maior e menor (AFmaior; AFmenor), através da equação 12:

$$AF_{netas} = \text{EXP}(0.558 - 0.244 * \text{LN}(AF_{max}) + 1.048 * \text{LN}(AF_{medNF})) \quad [12]$$

3.2.3. Dimensão da sebe

A dimensão da sebe pode ser quantificada através da superfície foliar exposta (SFE), a qual foi calculada através da metodologia de Smart & Robinson (1991). A importância da medição da SFE está diretamente relacionada com a relação com a qualidade de produção, podendo estar a capacidade produtiva de uma vinha diretamente relacionada com a SFE.

Considerando que as folhas plenamente expostas são as que têm um maior potencial fotossintético, a SFE, por representar a quantidade de folhas expostas diretamente à radiação solar, ilustra a capacidade fotossintética da planta.

O cálculo da SFE teve como base a seguinte equação 13.

$$SFE \text{ (m}^2\text{/ha)} = 2 * H + ((E1+E2)/2) * (\text{n}^\circ \text{ metros da sebe/ha}) \quad [13]$$

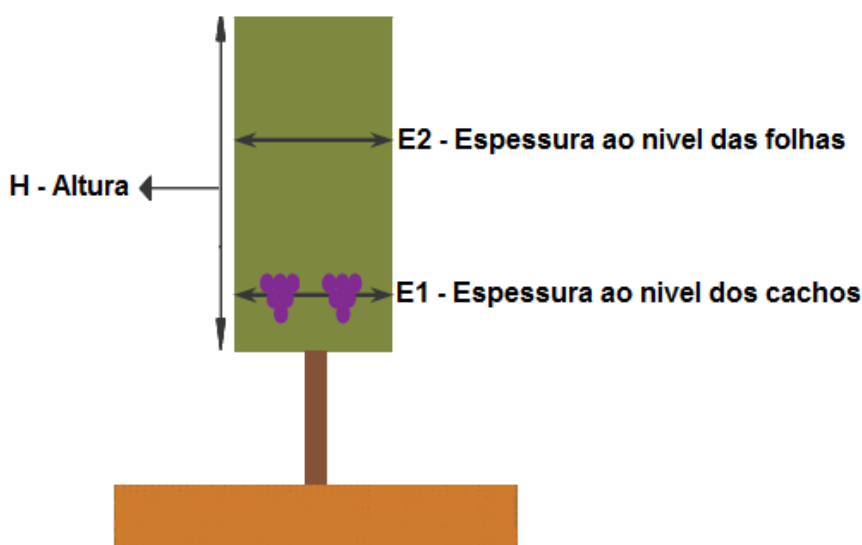


Figura 14 – Representação esquemática da medição da SFE

3.2.4. Monda de cachos

Ao pintor, foi realizada a monda de cachos onde, não só por uma maneira prática e economicamente viável do ponto de vista profissional, se optou por deixar um cacho por cada sarmento, de preferência o de 1ª ordem, mas também pelas razões descritas no capítulo 2 desta dissertação.

3.2.5. Vindima

A vindima realizou-se no dia 11 de Outubro de 2016 tendo em conta os controlos de maturação da parcela praticados pelo produtor (anexo IV), não atuando desta forma de maneira diferenciada ou não existindo qualquer segmentação de vindima. Teve de ser realizada desta maneira, pois a parcela foi vindimada mecanicamente. Vindimaram-se as 96 videiras em estudo, de forma manual, e separadas, onde se contabilizou o número de cachos e a produção recorrendo a uma balança do tipo dinamómetro.

3.2.6. Análises laboratoriais das uvas

Após a vindima, procedeu-se a colheita de 200 bagos aleatoriamente de cachos dos dois segmentos e das duas modalidades, monda e não monda, obtendo assim 4 amostras que foram analisadas no laboratório do Instituto Superior de Agronomia no dia 12 de Outubro e 2016.

Nestas análises foram quantificadas o grau Brix, o teor de álcool provável, a acidez total titulável e o pH. Foi congelada metade de cada amostra para posterior medição das antocianas e fenóis totais.

A quantificação das antocianas e fenóis totais foi realizada no dia 16 e 17 de Janeiro de 2017 no laboratório do ISA, pelo método de P. Ribéreau-Gayon e pelo método de Sommers, respectivamente.

3.2.7. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi feita recorrendo ao programa estatístico Statistix 9, efetuando um teste F para a análise de variância, e expresso como: não significativo (n.s.) e significativos para $p < 0,05$ (*).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização do Coberto Vegetal

4.1.1. Superfície Foliar Exposta

A SFE está diretamente relacionada com a capacidade de produção de uvas de qualidade por parte das videiras. Assim, foi medida a SFE à maturação, no dia 11 de Outubro de 2016, e registados os valores médios por segmento e modalidade de monda ou não monda na figura 15.

Verificamos assim que as videiras do segmento de NDVI alto (segmento 1) têm uma maior SFE que as do segmento de NDVI baixo (segmento 3), como era de esperar pois corresponde ao maior e menor valor de NDVI, respetivamente. Quanto à monda ou não monda os resultados foram variáveis nos dois segmentos. No entanto ao nível estatístico, e para um nível de significância de 0,05, apenas há diferenças estatisticamente significativas ao nível do segmento NDVI. Estão no anexo 7.4. as tabelas resumo da análise de variância.

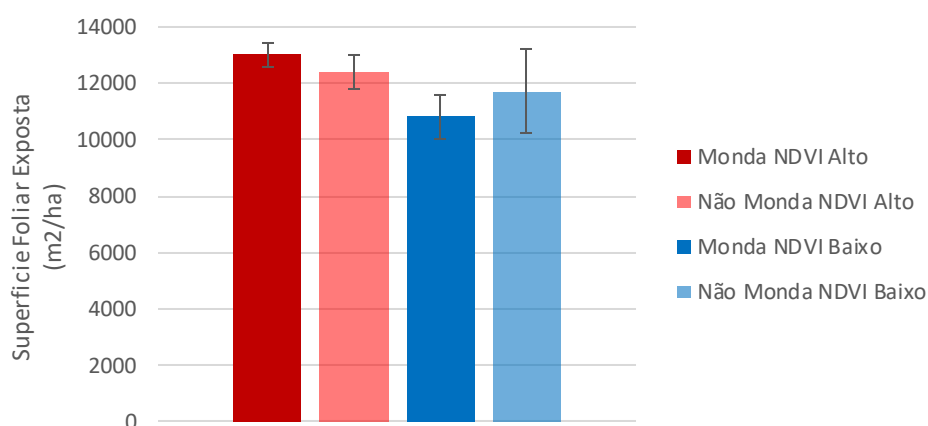


Figura 15 – Influência da monda e do vigor na Superfície Foliar exposta.

As barras representam o intervalo de confiança a 95%

4.1.2. Área Foliar

A área foliar medida apenas à maturação pode ser pouco representativa da evolução vegetativa das videiras, no entanto e para efeitos do estudo tem bastante interesse, pois do ponto de vista da viticultura representa a área de folhas que efetivamente estão a produzir assimilados para as uvas. Por outro lado, ao estudarmos a influência da monda ou não monda

na área foliar, só podemos notar efeitos ao fim de algum tempo, pelo que não era expectável a área foliar ao pintor ter qualquer alteração entre modalidades.

Na figura 16 podemos observar que valores de NDVI mais elevados, como no caso do segmento 1 estão associados a valores de área foliar maior.

No quadro 4 observamos que não existem diferenças estatisticamente significativas para a área foliar quer ao nível da modalidade quer ao nível do segmento.

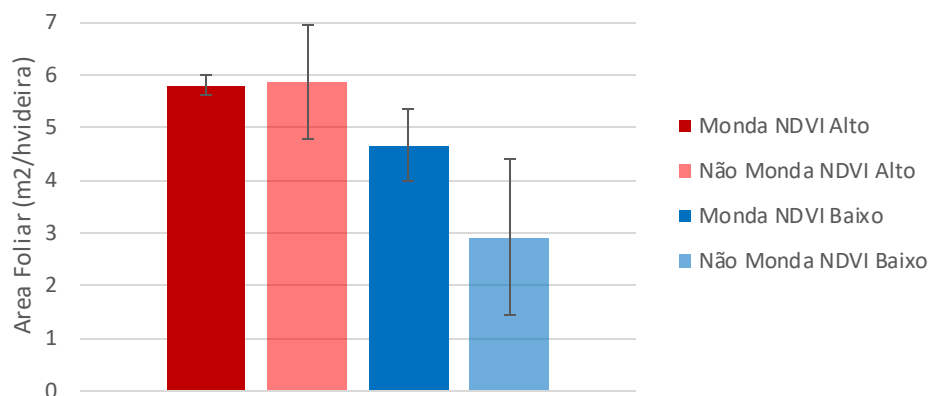


Figura 16 - Influência da monda e do vigor na área foliar.

As barras representam o intervalo de confiança a 95%

Quadro 4 – Efeito do segmento e da modalidade na SFE e AF.

Fator	SFE (m²/ha)	AF (m²/vid)
Segmento		
NDVI Alto	12728	5,9
NDVI Baixo	11181	4,7
Sig.	*	ns
Modalidade		
Monda	11924	5,2
Não Monda	11985	5,3
Sig.	ns	ns

Nota: Sig. – Nível de significância: n.s. - não significativo ao nível de 0,05 pelo teste F.

4.2. Produtividade

A produtividade foi o valor mais afetado com este ensaio, pois através da monda de cachos realizada observamos uma significativa redução da produção. É importante para compreender a influência da monda saber a intensidade da mesma e qual a sua influência na produção, por isso observa-se na figura 17 a intensidade de monda em segmento. Em ambos os segmentos a monda foi superior a 30% como recomendado por Reynier (1986).

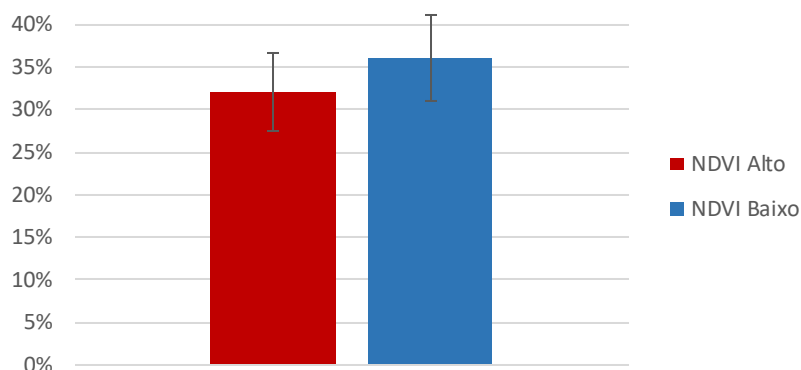


Figura 17 – Intensidade de monda por segmento.

As barras representam o intervalo de confiança a 95%

Quanto à redução da produção, podemos observar na figura 18 que esta não corresponde à intensidade da monda, nem observamos qualquer relação entre a intensidade da monda e a sua ação sobre a produção, pois o segmento com maior intensidade de monda é o que apresenta uma menor redução da produção

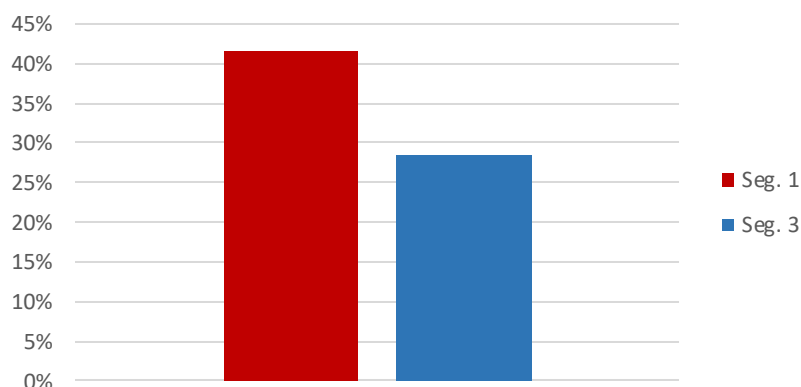


Figura 18 – Redução da produção na modalidade mondada face à não mondada para cada nível de NDVI.

As barras representam o intervalo de confiança a 95%

Quanto aos valores da produção por hectare, Figura 19, observamos uma redução quando se realiza uma monda de cachos, e que o segmento 3 é sempre menos produtivo que o segmento 1, em ambas as modalidades, valores estes que já eram expectáveis.

Estes valores são confirmados com o teste estatístico, sendo a diferença tanto na modalidade como no segmento, apresentam uma diferença estatisticamente significativa para um nível de significância de 0,05.

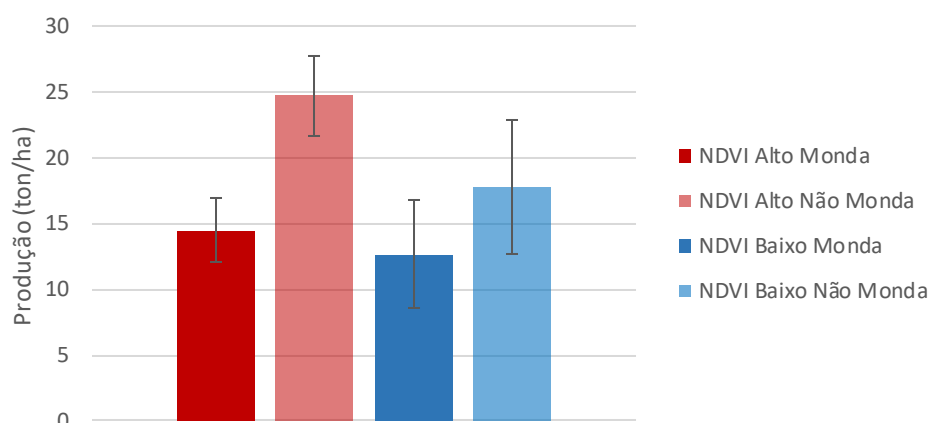


Figura 19 – Produção por hectare em função do segmento e da monda.

As barras representam o intervalo de confiança a 95%

Considerando o número de cachos por videira a diferença não é significativa para o segmento mas significativa na modalidade, pois a monda suprime cachos. Quanto ao peso, apesar de termos cachos maiores, esta diferença não é significativamente estatística para um nível de significância de 0,05, ao contrário da diferença entre segmentos, que plantas com maior valor de NDVI produzem cachos maiores. Esta diferença é significativamente estatística.

Quadro 5 - Efeito do segmento e da modalidade no rendimento e nos seus componentes.

Fator	Nº Cachos /vid	Peso cacho	Produção (kg/vid)
Segmento			
1	21,8	18,2	19,6
3	22,5	13,7	15,2
Sig.	<i>ns</i>	*	*
Modalidade			
Monda	16,2	16,9	13,6
Não Monda	28,2	15	21,2
Sig.	*	<i>ns</i>	*

Nota: Sig. – Nível de significância: *ns* - não significativo ao nível de 0,05 pelo teste F.

4.3. Relação folha/fruto

A relação folha/fruto é uma das variáveis mais representativas da produção de uvas de qualidade. Assim, na figura 20 estão registrados o número de metros quadrados de vegetação disponíveis para a produção de 1 quilograma de uvas.

Podemos observar que com a prática da monda esta relação aumenta em ambos os segmentos, no entanto no segmento de menor valor de NDVI (segmento 3) este valor é mais elevado que o recomendado por autores já mencionados no capítulo II, podendo até assumir que não era necessária monda neste segmento.

Assim para uma uniformização da parcela para esta variável é aconselhado a monda e cachos apenas no segmento de maior valor de NDVI (segmento 1).

Por observação do quadro 6 constatamos que ambas as variáveis apresentam diferenças significativamente estatísticas.

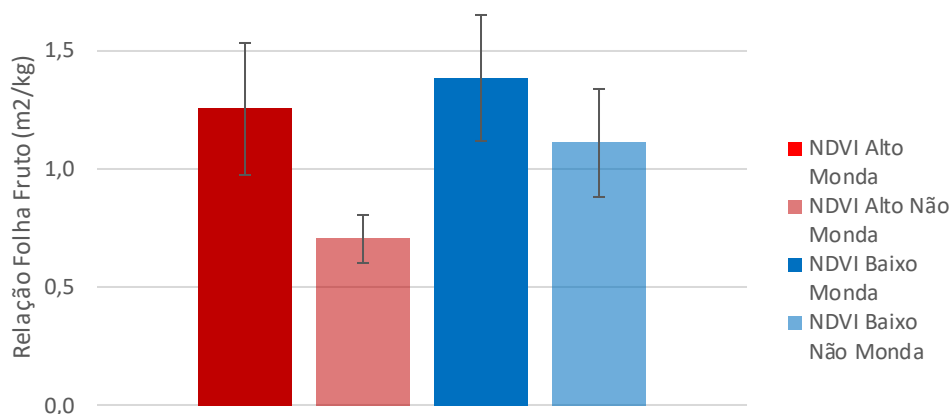


Figura 20 – Relação folha/fruto por segmento e classe de monda.

As barras representam o intervalo de confiança a 95%

Quadro 6 – Efeito do segmento e da modalidade na relação folha/fruto.

Fator	Relação Folha/Fruto
Segmento	
1	0,5
3	0,8
Sig.	*
Modalidade	
Monda	1
Não Monda	0,3
Sig.	*
Seg. X Mod.	
Sig.	*

Nota: Sig. – Nível de significância.

4.4. Composição da uva à vindima

Os resultados das análises às amostras de uvas recolhidas à vindima e realizadas posteriormente no laboratório do ISA estão registados no quadro 7. Os valores aqui observados são valores médios, pois são resultantes de uma só amostra representativa de cada segmento e modalidade, obtida após a vindima. Devido a esta dissertação não estar inserida em nenhum projeto financiado, não existiu a possibilidade de realização análises a diversas amostras por estas terem um custo associado.

Quanto ao grau Brix e álcool provável, que estão diretamente relacionados não temos qualquer relação entre o segmento e a modalidade. Em relação ao pH é sempre mais baixo no segmento de plantas com menor valor de NDVI (menor Produção), mas quando é realizada monda de cachos este valor aumenta.

Na acidez total não existe diferença entre segmentos no entanto quanto à modalidade segue a tendência do pH, isto é, diminui com a prática da monda de cachos.

Em relação as antocianas e fenóis totais, os nossos resultados sugerem, que a realização de monda no segmento 1, aumentam os seus valores e se aproximam aos valores ideais do segmento 3.

Quadro 7 – Análise de bagos à vindima.

Segmento	Modalidade	Grau Brix %	Álcool provável	pH	Acidez total (g/L ac. tartárico)	Antocianas (mg/L)	Fenóis Totais
1	Monda	21.1	12.4	3.73	4.4	890.0	50.4
1	N monda	22.3	13.1	3.66	4.5	742.3	37.5
3	Monda	22.5	13.2	3.62	4.1	901.5	46.2
3	N. Monda	20.7	12.2	3.55	4.5	956.9	54.8

V. CONCLUSÕES

Neste trabalho tentou-se a obtenção da homogeneidade das uvas à vindima, através da redução da variabilidade observada utilizando viticultura de precisão. Para isso e visto não ser possível um tratamento diferencial de toda a parcela, testou-se a monda de cachos para o controlo da produção.

Visto ter sido um ano atípico, com abrolhamento e maturações irregulares quer na parcela, quer na mesma planta, os resultados obtidos devem ser bem ponderados para utilizações futuras, visto o impacto quer qualitativo quer quantitativo nas uvas.

Com uma intensidade média de monda de 32 e 36% no segmento 1 e 3, respetivamente, não existiu alteração significativa ao nível da área foliar, no entanto a SFE tem diferença significativa ao nível do segmento, pois o valor de NDVI é maior no segmento 1 que no 3, assim a SFE tem o mesmo comportamento.

Em relação à produção temos diferença significativa com a realização de monda, existindo também diferença significativa entre segmentos.

Com estas conclusões é de esperar uma diferença significativa na relação folha-fruto, que é observada quer entre segmentos quer entre as diferentes modalidades. No entanto podemos concluir que para esta relação, no segmento 3 a monda de cachos é desfavorável, visto a menor produtividade já observada, assim e como já foi mencionado para a redução da variabilidade observada para a relação folha-fruto é aconselhável a monda de cachos apenas no segmento 1, que está associado a um maior valor de NDVI.

Por fim, em relação à qualidade das uvas apenas podemos concluir, que com a realização da monda de cachos no segmento de maior valor de NDVI, existiu uma aproximação dos valores de antocianas e fenóis totais, aos valores do segmento de menor valor de NDVI.

Assim, para estas condições não podemos afirmar que a monda de cachos é realmente a melhor solução para a redução da variabilidade na parcela.

Seria interessante a realização de mais anos de estudo para perceber a resposta desta casta nesta região e assim conseguir utilizar esta técnica para a redução da variabilidade.

Teria também bastante interesse a continuação deste estudo, utilizando diversas metodologias e técnicas de viticultura de precisão de modo a obter resultados significativos, e de melhoria constantes da qualidade das uvas e homogeneização da produção em toda a parcela, acompanhados de uma análise económica das intervenções.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnó, J., Martínez Casasnovas, J. A., Ribes Dasi, M., & Rosell, J. R. (2009). Review. Precision viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(4), 779. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009074-1092>
- Böhm, J. (2007). *O grande Livro das Castas* (1ª edição). Lisboa: Chaves Ferreira - Publicações, S.A.
- Braga, R. (2009a). Viticultura de Precisão. In *Associação Portuguesa de Jovens Agricultores de Portugal* (p. 84).
- Braga, R. (2009b). Viticultura de Precisão – Segmentação da Vindima em Estremoz. *Enovitis*, 4.
- Bramley, R., & Lamb, D. (2006). Precision Viticulture – Making sense of vineyard variability FINAL REPORT to Project Number : CRV 99 / 5N Research Organisation : Cooperative Research Centre for Viticulture, (June).
- Bramley, & Cook, S. (1998). Precision agriculture-opportunities, benefits and pitfalls of site-specific crop management in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(7), 753–763. <https://doi.org/10.1071/EA97156>
- Castro, R., Cruz, A., & Botelho, M. (2006). *Tecnologia Vitícola* (1ª edição). Coimbra: Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral.
- Esser, A., Ortega, R., & Santibáñez, O. (1998). Nuevas Tecnologías para Mejorar la Eficiencia Productiva en Viñas. *Tecnología*, 4–9.
- Gouveia, J. (2006). *Monda de cachos na casta Aragonez no sistema de condução LYS. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Grave, J. (2013). *Efeitos da desfolha e monda de cachos no rendimento e qualidade da uva e do vinho na casta Merlot. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Hall, A., Lamb, D. W., Holzapfel, B., & Louis, J. (2002). Optical remote sensing applications in

- viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8, 36–47.
- INFOVINI -
<http://www.infovini.com/classic/pagina.php?codPagina=52&codItem=118&codPortaEnxerto=7&flash=1> . Acedido a 17 de Janeiro de 2017 às 16:53.
- <http://www.infovini.com/pagina.php?codNode=20205#tab15>. Acedido a 17 de Janeiro às 16:53.
- Lillesand, T., & Kiefer, R. W. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation*.
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (1999). *Remote Sensing in Precision Agriculture: An Educational Primer Contents*. (J. W. & Sons, Ed.) (1ª).
- Lopes, C. (2011). *Textos de apoio às aulas ECOFISIOLOGIA DA VIDEIRA*. Lisboa.
- Lopes, C. M., Andrade, I., & Pedroso, V. (2004). Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta jaen. *Ciência e Técnica vitivinícola*, 19(2), 61–75.
- Magalhães, N. (2015). *Tratado de Viticultura - A Videira, a Vinha e o “Terroir”* (2ª edição). Lisboa: Esfera Poética.
- Penteado, M. (2014). *Remota na gestão do montado de sobro Manuel Francisco Figueiredo Espírito Santo Penteado. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Agradecimentos*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Pinto, M. (2013). *Efeito da época e intensidade de monda nas castas “Aragonês” e “Alicante Bouschet”*. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Pinto, M. (2015). *Viticultura de Precisão : Avaliação da variabilidade espacial da produtividade e qualidade na casta Touriga Nacional no Alentejo*. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Ramos, A. (2005). *Influência da monda de cachos no rendimento e qualidade da uva na casta “Aragonês”*. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.
- Reynier, A. (1986). *Manual de Viticultura* (3ª edição). Laviusier: Publicações Europa-América.

- Smart, R. E., Dick, J. K., Gravett, I. M., & Fisher, B. M. (1990). Cannopy management to improve grape yield quality - Principles and practices. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 11(1), 3–17.
- Smart, R. E., & Robinson, M. (1991). *Sunlight into wine. A handbook for Winegrape Canopy Management*. Adelaide: Winetitles
- Spencer, J. (2011). Historial sobre a aplicação da detecção remota em cabo verde. In *Seminario de Cartografia e Geodesia* (p. 51).

VII. ANEXOS

7.1. Dados Viticultura

Ordem inicial	Classe NDVI	Monda	Linha	Videira	SP	Rep	Nº olhos abrolhados	Nº total cachos	Nº cachos pós monda	Porcentagem de monda	Prod (Kg/vid)	Prod (kg/ha)	Peso cacho (g)	Obs	SFE (m2)	Relação folha fruto (m2/Kg)	AF (m2)	Prod (ton/ha)
1	3	M	83	1	1	1	11	26	16	38%	2,07	8280	12,94		13000	1,57	1,19	10,35
12	3	M	83	2	1	2	10	25	19	24%	3,71	14840	19,53		13200	0,89		18,55
22	3	M	83	3	1	3	17	46	27	41%	6,09	24360	22,56		13800	0,57	8,92	30,45
39	3	M	83	4	1	4	15	38	23	39%	3,17	12680	13,78		13600	1,07		15,85
54	3	M	83	5	1	5	11	39	28	28%	5,41	21640	19,32		8400	0,39	2,05	27,05
65	3	M	83	6	1	6	12	29	17	41%	1,36	5440	8,00		9200	1,69		6,8
77	3	M	87	1	2	7	12	27	19	30%	2,53	10120	13,32		13400	1,32	4,81	12,65
91	3	M	87	2	2	8	17	42	25	40%	2,16	8640	8,64		14000	1,62		10,8
108	3	M	87	3	2	9	11	31	16	48%	3,4	13600	21,25		10200	0,75	4,21	17
119	3	M	87	4	2	10	12	28	16	43%	2,47	9880	15,44		10400	1,05		12,35
132	3	M	87	5	2	11	10	13	7	46%	0,59	2360	8,43		9600	4,07	6,78	2,95
142	3	M	87	6	2	12	8	22	17	23%	3,46	13840	20,35		7800	0,56		17,3
151	3	M	88	1	3	13	10	21	9	57%	1,41	5640	15,67		13400	2,38	5,11	7,05
161	3	M	88	2	3	14	7	17	9	47%	1,71	6840	19,00		9400	1,37		8,55
169	3	M	88	3	3	15	11	34	22	35%	4,04	16160	18,36		11000	0,68	4,24	20,2
181	3	M	88	4	3	16	6	17	12	29%	1,77	7080	14,75		10200	1,44		8,85
189	3	M	88	5	3	17	14	32	19	41%	4,16	16640	21,89		10400	0,63	2,79	20,8
203	3	M	88	6	3	18	8	21	13	38%	1,59	6360	12,23		8800	1,38		7,95
213	3	M	88	7	4	19	9	31	18	42%	2	8000	11,11		7600	0,95	7,64	10
224	3	M	88	8	4	20	11	19	14	26%	1,56	6240	11,14		10800	1,73		7,8
236	3	M	88	9	4	21	5	9	8	11%	1,08	4320	13,50	Meio Braço	10600	2,45	1,52	5,4

242	3	M	88	10	4	22	6	20	12	40%	1,51	6040	12,58		10300	1,71		7,55
248	3	M	88	11	4	23	9	16	13	19%	1,4	5600	10,77		9700	1,73	6,57	7
258	3	M	88	12	4	24	11	27	17	37%	2,16	8640	12,71		10800	1,25		10,8
270	1	M	120	1	5	25	9	23	13	43%	3,11	12440	23,92		12880	1,04	2,55	15,55
279	1	M	120	2	5	26	9	19	15	21%	3,16	12640	21,07		13360	1,06		15,8
289	1	M	120	3	5	27	8	32	16	50%	3,74	14960	23,38		13520	0,90	6,55	18,7
298	1	M	120	4	5	28	10	26	15	42%	2,48	9920	16,53		12220	1,23		12,4
310	1	M	120	5	5	29	9	25	22	12%	3,66	14640	16,64		14500	0,99	8,92	18,3
322	1	M	120	6	5	30	9	28	18	36%	3,22	12880	17,89		13260	1,03		16,1
332	1	M	120	7	6	31	5	17	13	24%	2,18	8720	16,77		13820	1,58	4,54	10,9
340	1	M	120	8	6	32	4	9	6	33%	1,03	4120	17,17	Meio Braço	12820	3,11		5,15
345	1	M	120	9	6	33	7	12	8	33%	2,37	9480	29,63		13900	1,47	3,64	11,85
353	1	M	120	10	6	34	9	26	17	35%	2,58	10320	15,18		12600	1,22		12,9
365	1	M	120	11	6	35	5	17	14	18%	2,6	10400	18,57		12720	1,22	8,53	13
370	1	M	120	12	6	36	9	21	16	24%	2,78	11120	17,38		13480	1,21		13,9
379	1	M	125	1	7	37	11	36	23	36%	3,7	14800	16,09		10460	0,71	5,53	18,5
393	1	M	125	2	7	38	7	20	13	35%	2,29	9160	17,62		12000	1,31		11,45
402	1	M	125	3	7	39	12	25	18	28%	3,33	13320	18,50		13720	1,03	6,43	16,65
415	1	M	125	4	7	40	8	27	16	41%	2,12	8480	13,25		13580	1,60		10,6
425	1	M	125	5	7	41	9	36	26	28%	5,36	21440	20,62		12840	0,60	5,67	26,8
435	1	M	125	6	7	42	8	16	15	6%	3,17	12680	21,13		11740	0,93		15,85
443	1	M	127	1	8	43	11	36	21	42%	3,36	13440	16,00		12100	0,90	7,33	16,8
454	1	M	127	2	8	44	10	23	13	43%	2,61	10440	20,08		16140	1,55		13,05
464	1	M	127	3	8	45	11	29	19	34%	2,35	9400	12,37		9500	1,01	6,34	11,75
476	1	M	127	4	8	46	9	32	21	34%	3,71	14840	17,67		14400	0,97		18,55
487	1	M	127	5	8	47	11	25	18	28%	3	12000	16,67		12600	1,05	3,64	15
499	1	M	127	6	8	48	6	9	5	44%	1,5	6000	30,00	Meio Braço	14600	2,43		7,5
683	3	Não M	82	1	9	49	23		31		4,08	16320	13,16		11200	0,69	6,51	20,4
684	3	Não M	82	2	9	50	11		8		1,55	6200	19,38	Meio Braço	13500	2,18		7,75

685	3	Não M	82	3	9	51	30	48	8,51	34040	17,73	10600	0,31	1,60	42,55
686	3	Não M	82	4	9	52	26	48	5,44	21760	11,33	12200	0,56		27,2
687	3	Não M	82	5	9	53	21	25	4,12	16480	16,48	13100	0,79	3,59	20,6
688	3	Não M	82	6	9	54	18	41	6,05	24200	14,76	12900	0,53		30,25
689	3	Não M	86	1	10	55	25	47	4,07	16280	8,66				20,35
690	3	Não M	86	2	10	56	17	30	3,76	15040	12,53				18,8
691	3	Não M	86	3	10	57	19	33	4,1	16400	12,42				20,5
692	3	Não M	86	4	10	58	12	18	1,48	5920	8,22				7,4
693	3	Não M	86	5	10	59	20	20	2,68	10720	13,40				13,4
694	3	Não M	86	6	10	60	12	26	1,85	7400	7,12				9,25
695	3	Não M	87	1	11	61	20	30	1,97	7880	6,57	10700	1,36	2,28	9,85
696	3	Não M	87	2	11	62	17	25	5,63	22520	22,52	12000	0,53		28,15
697	3	Não M	87	3	11	63	15	17	1,65	6600	9,71	10000	1,52	0,96	8,25
698	3	Não M	87	4	11	64	26	26	1,68	6720	6,46	9600	1,43		8,4
699	3	Não M	87	5	11	65	17	28	3,21	12840	11,46	10800	0,84	1,99	16,05
700	3	Não M	87	6	11	66	16	19	1,36	5440	7,16	Esca, 5 cachos secos	9400	1,73	6,8
701	3	Não M	87	7	12	67	18	27	3,93	15720	14,56	11800	0,75	3,44	19,65
702	3	Não M	87	8	12	68	19	38	4,24	16960	11,16	14800	0,87		21,2
703	3	Não M	87	9	12	69	19	15	1,97	7880	13,13	12200	1,55	13,54	9,85
704	3	Não M	87	10	12	70	4	11	1,07	4280	9,73	14000	3,27		5,35
705	3	Não M	87	11	12	71	21	44	4,43	17720	10,07	12400	0,70	7,94	22,15
706	3	Não M	87	12	12	72	19	29	6,16	24640	21,24	9900	0,40		30,8
707	1	Não M	119	1	13	73	17	19	4,42	17680	23,26	13340	0,75		22,1
708	1	Não M	119	2	13	74	7	4	0,12	480	3,00	Videira c/ mt talões secos	13960		0,6
709	1	Não M	119	3	13	75	17	22	5,64	22560	25,64	11440	0,51	6,14	28,2
710	1	Não M	119	4	13	76	23	41	8,59	34360	20,95	13000	0,38		42,95
711	1	Não M	119	5	13	77	7	12	1,56	6240	13,00	Videira mtpeq.	12780	2,05	7,8
712	1	Não M	119	6	13	78	19	31	7,69	30760	24,81	11500	0,37		38,45
713	1	Não M	119	7	14	79	20	36	8,54	34160	23,72	13400	0,39	6,82	42,7

714	1	Não M	119	8	14	80	29	29	3	12000	10,34	12120	1,01	15
715	1	Não M	119	9	14	81	13	23	3,79	15160	16,48	12200	0,80	18,95
716	1	Não M	119	10	14	82	25	38	4,66	18640	12,26	12720	0,68	23,3
717	1	Não M	119	11	14	83	24	36	7,48	29920	20,78	13860	0,46	37,4
718	1	Não M	119	12	14	84	16	13	2,81	11240	21,62	12180	1,08	14,05
719	1	Não M	124	1	15	85	21	21	3,31	13240	15,76	11820	0,89	16,55
720	1	Não M	124	2	15	86	31	36	4,3	17200	11,94	12420	0,72	21,5
721	1	Não M	124	3	15	87	28	30	6,34	25360	21,13	11280	0,44	31,7
722	1	Não M	124	4	15	88	22	29	2,47	9880	8,52	11440	1,16	12,35
723	1	Não M	124	5	15	89	26	35	4,64	18560	13,26	10080	0,54	23,2
724	1	Não M	124	6	15	90	35	35	4,81	19240	13,74	11980	0,62	24,05
725	1	Não M	126	1	16	91	27	38	6,05	24200	15,92	13020	0,54	30,25
726	1	Não M	126	2	16	92	24	31	4,69	18760	15,13	11720	0,62	23,45
727	1	Não M	126	3	16	93	24	28	4,94	19760	17,64	12420	0,63	24,7
728	1	Não M	126	4	16	94	23	27	7,21	28840	26,70	12500	0,43	36,05
729	1	Não M	126	5	16	95	20	20	5,66	22640	28,30	13700	0,61	28,3
730	1	Não M	126	6	16	96	22	34	5,88	23520	17,29	13300	0,57	29,4

7.2. Dados Área Foliar

						Área Foliar															
						Principal									Netas						
															Folha Maior			Folha Menor			Folha Maior
Segmento	Linha	Videira	Rep	SP	Nº Sarmientos	Cmax	NFp	Nº nos	L2e_p_max	L2d_p_max	L2	L2e_p_min	L2d_p_min	L2	NFn	L2e_n_max	L2d_n_max	L2	L2e_n_min	L2d_n_min	L2
3	83	1	1	1	17	64	11	14	6,5	7,5	14	4,5	5,5	10	2	3	3	6	3	2,5	5,5
3	83	3	3	1	24	200	18	27	10,5	11	21,5	7	8	15	20	7	7,5	14,5	2,5	2,5	5
3	83	5	5	1	21	100	10	20	8	8,5	16,5	6	4,5	10,5	7	4,5	5	9,5	3,5	4	7,5
3	87	1	7	2	22	130	18	27	8	8	16	3	2,5	5,5	30	6	6	12	5	5,5	10,5
3	87	3	9	2	18	106	16	24	9	8	17	3,5	4,5	8	32	6	6	12	5,5	5	10,5
3	87	5	11	2	21	135	17	26	8	8	16	7	7,5	14,5	45	6	6	12	4	4	8
3	88	1	13	3	15	157	14	24	8,5	9,5	18	8,5	7,5	16	54	5,5	5,5	11	4,5	4,5	9
3	88	3	15	3	22	205	14	29	9,5	10,5	20	5	4,5	9,5	15	5	5,5	10,5	3	4	7
3	88	5	17	3	21	120	9	16	9,5	10	19,5	7,5	7,5	15	4	5	5,5	10,5	3,5	4	7,5
3	88	7	19	4	19	150	24	34	7	7,5	14,5	4,5	4,5	9	88	6	5	11	5	4	9
3	88	9	21	4	11	60	15	16	7	8	15	4	4	8	22	5	4,5	9,5	4	3,5	7,5
3	88	11	23	4	16	145	11	18	8,5	9,5	18	9	9	18	78	6	6	12	3	2,5	5,5
1	120	1	25	5	13	148	7	18	10,2	12	22,2	8,4	9,4	17,8	18	6	6,8	12,8	3,3	3,5	6,8
1	120	3	27	5	19	173	20	24	10	9,1	19,1	6,8	7,7	14,5	28	5,4	6,4	11,8	3,5	3,6	7,1
1	120	5	29	5	23	196	32	33	10,1	9,6	19,7	3	2,7	5,7	28	5,4	6,3	11,7	3	3	6
1	120	7	31	6	14	141	16	18	9,5	10	19,5	7,3	8,5	15,8	31	5,8	6,1	11,9	3,4	3,1	6,5
1	120	9	33	6	13	184	20	28	9,5	9,6	19,1	3,3	3,2	6,5	36	5,4	5,5	10,9	3,6	3,5	7,1
1	120	11	35	6	22	224	21	29	10,2	10,5	20,7	5,7	4,5	10,2	42	5,5	6,4	11,9	3,2	3,6	6,8
1	125	1	37	7	28	158	19	24	9,7	9	18,7	2,7	2,8	5,5	19	4,9	4,4	9,3	2,9	2,4	5,3
1	125	3	39	7	27	174	14	25	9,5	9,7	19,2	7	6,5	13,5	20	6,2	6	12,2	3,8	3,5	7,3
1	125	5	41	7	27	152	14	21	9,4	10,4	19,8	6,8	6,6	13,4	14	4,5	5,2	9,7	3,5	3,5	7

1	127	1	43	8	28	180	11	26	10,5	10	20,5	5,5	5,5	11	31	6,5	6,5	13	5,5	5,5	11
1	127	3	45	8	22	170	13	23	10	10	20	7,5	7,5	15	25	6,5	7,5	14	2,5	2,5	5
1	127	5	47	8	22	200	9	26	8,5	9,5	18	2,5	2,5	5	32	6	5,5	11,5	3,5	3,5	7
3	82	1	49	9	23	170	29	35	7,5	8,5	16	3,5	3	6,5	40	6	4,5	10,5	2,5	2,5	5
3	82	3	51	9	30	90	5	16	9	7,5	16,5	6,5	8	14,5	0	0	0	0	0	0	0
3	82	5	53	9	21	155	10	27	8,5	9,5	18	8	8,5	16,5	14	5,5	5,5	11	3	3	6
3	87	1	61	1	20	103	15	22	6,5	7,5	14	4,5	5	9,5	10	5	5,5	10,5	3,5	3	6,5
3	87	3	63	1	15	73	7	13	7,5	7,5	15	5,5	6	11,5	5	5	4,5	9,5	3,5	3,5	7
3	87	5	65	1	17	72	10	16	7,5	7,5	15	7,5	7	14,5	15	4,5	3,5	8	3,5	3	6,5
3	87	7	67	1	18	94	6	16	10	10	20	8	8,5	16,5	18	7,5	8	15,5	5	5,5	10,5
3	87	9	69	1	19	160	31	32	9,5	9	18,5	2,5	2,5	5	68	8	9,6	17,6	3	2,5	5,5
3	87	11	71	1	21	240	26	36	10	10	20	4,5	9	13,5	14	5	6	11	3,5	4	7,5
1	119	3	75	1	17	186	21	25	10,5	10	20,5	7,1	7,2	14,3	76	8,3	8,7	17	3,1	3,6	6,7
1	119	4	76	1	23	155	12	22	9,8	10,3	20,1	8,8	9,1	17,9	26	5,5	5,5	11	2,5	2,5	5
1	119	6	78	1	19	170	6	17	11,5	12,2	23,7	10,9	9,8	20,7	97	10,2	9,9	20,1	3,2	3,3	6,5
1	119	8	80	1	29	118	20	24	9,6	8	17,6	6,5	5,8	12,3	15	5	5	10	2,6	2,9	5,5
1	119	10	82	1	25	202	12	21	10	10,9	20,9	9,1	9,6	18,7	31	6	6,5	12,5	2,8	2,6	5,4
1	119	11	83	1	24	225	19	27	8,9	10,5	19,4	4,3	4	8,3	26	5,7	6,6	12,3	3,2	2,9	6,1
1	124	1	85	1	21	174	6	19	9,7	9	18,7	2,7	2,8	5,5	19	4,9	4,4	9,3	2,9	2,4	5,3
1	124	3	87	1	28	163	5	19	10,1	10,6	20,7	9,5	9,2	18,7	12	5,3	4,9	10,2	3,7	4	7,7
1	124	5	89	1	26	199	15	26	9,4	10	19,4	4,4	3,6	8	42	7,1	6,4	13,5	2,5	3	5,5
1	126	1	91	1	27	196	15	27	10,4	9	19,4	6	4,6	10,6	42	6,7	7,5	14,2	2,7	2,9	5,6
1	126	3	93	1	24	179	21	28	10,3	8,4	18,7	3,8	3,9	7,7	11	7	5,9	12,9	3,5	3,6	7,1

1	126	5	95	¹ 6	20	110	10	17	11	10,6	21,6	5,4	4,9	10,3	4	4,4	5	9,4	3,2	3,1	6,3
---	-----	---	----	-------------------	----	-----	----	----	----	------	------	-----	-----	------	---	-----	---	-----	-----	-----	-----

7.3. Controlo de Maturação

Data	Segmento	Densidade	Álcool provável	Ac. Total	pH
12-out		1084	11,4	7,27	3,11
14-set		1076	10,1	6,75	3,01
20-set		1080	10,8	7,05	3,08
23-set		1082	11	6,6	3,12
27-set	1	1085	11,5	5,92	
27-set	3	1082	11	6,07	
30-set	1	1084	11,4	6	3,28
30-set	3	1082	11	6,6	3,22
04-out	1	1085	11,5	5,55	3,21
04-out	3	1085	11,5	6,37	3,1

7.4. Análise Estatística

Superfície Foliar Exposta

Statistix 9.0

31-03-2017, 09:34:50

Analysis of Variance Table for SFE

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	3118498	1039499		
Modalidad	1	186047	186047	0.31	0.5937
Segmento	1	5817244	5817244	9.65	0.0145
Error	8	4822014	602752		
Total	13				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 12157 CV 6.39

Área Foliar

Analysis of Variance Table for AF

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	1.1692	0.38974		
Modalidad	1	0.0364	0.03636	0.01	0.9218
Segmento	1	4.4000	4.40000	1.23	0.2955
Error	9	32.1000	3.56667		
Total	14				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 4.8250 CV 39.14

Produtividade

Statistix 9.0

31-03-2017, 09:36:41

Analysis of Variance Table for Produ

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	63.688	21.229		
Modalidad	1	217.563	217.563	16.87	0.0026
Segmento	1	76.563	76.563	5.94	0.0376
Modalidad*Segmento	1	33.063	33.063	2.56	0.1438
Error	9	116.063	12.896		
Total	15	506.938			

Grand Mean 16.938 CV 21.20

Analysis of Variance Table for n

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	5.187	1.729		
Modalidad	1	588.063	588.063	34.47	0.0002
Segmento	1	1.562	1.562	0.09	0.7691
Modalidad*Segmento	1	0.063	0.063	0.00	0.9531
Error	9	153.563	17.063		
Total	15	748.438			

Grand Mean 21.813 CV 18.94

Analysis of Variance Table for peso

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	16.188	5.3958		
Modalidad	1	10.563	10.5625	2.37	0.1578
Segmento	1	85.563	85.5625	19.22	0.0018
Modalidad*Segmento	1	1.563	1.5625	0.35	0.5681
Error	9	40.063	4.4514		
Total	15	153.938			

Grand Mean 15.438 CV 13.67

Relação Folha-Fruto

Statistix 9.0

31-03-2017, 09:37:23

Analysis of Variance Table for Rela

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep	3	0.21667	0.07222		
Modalidad	1	1.63333	1.63333	25.41	0.0015
Segmento	1	0.45000	0.45000	7.00	0.0331
Modalidad*Segmento	1	0.45000	0.45000	7.00	0.0331
Error	7	0.45000	0.06429		
Total	13				

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 0.6500 CV 39.01